

チョウセンニンジン斑点病の発生実態と 伝染に関する研究

広 沢 敬 之*・多 久 田 達 雄*

Studies on *Alternaria* Blight of Ginseng
—Special Reference to the Field Observation
and the Infection Manner of the Pathogen—

Takayuki HIROSAWA and Tatso TAKUDA

目 次

I 緒 言	13	2 分生孢子形成能の持続および これに及ぼす光の影響	28
II 発生実態	14	3 分生孢子の飛散に及ぼす風および 水湿の影響	29
1 発生消長	14	4 分生孢子の発芽に及ぼす温湿度の影響	30
2 チョウセンニンジンの年生と発病	15	5 菌叢の発育に及ぼす温度の影響	31
3 日覆小屋内でのチョウセンニンジンの 植付位置と発病	16	6 感染および発病	31
4 考 察	16	7 チョウセンニンジンの生育ステージ と感受性	34
III 斑点病菌の越冬方法	16	8 茎の発病時期と根部への病変移行	35
1 分生孢子の生存と温湿度	17	9 チョウセンニンジンの年生と斑点病菌 に対する感受性	35
2 罹病組織の保存場所と斑点病菌の生存	17	10 考 察	37
3 麦稈付着分生孢子の保存場所と生存	20	V 摘 要	38
4 圃場における越冬の実態	23	引用文献	39
5 考 察	25	Summary	40
IV 伝染方法	26		
1 分生孢子形成に及ぼす温湿度 および光の影響	26		

I 緒 言

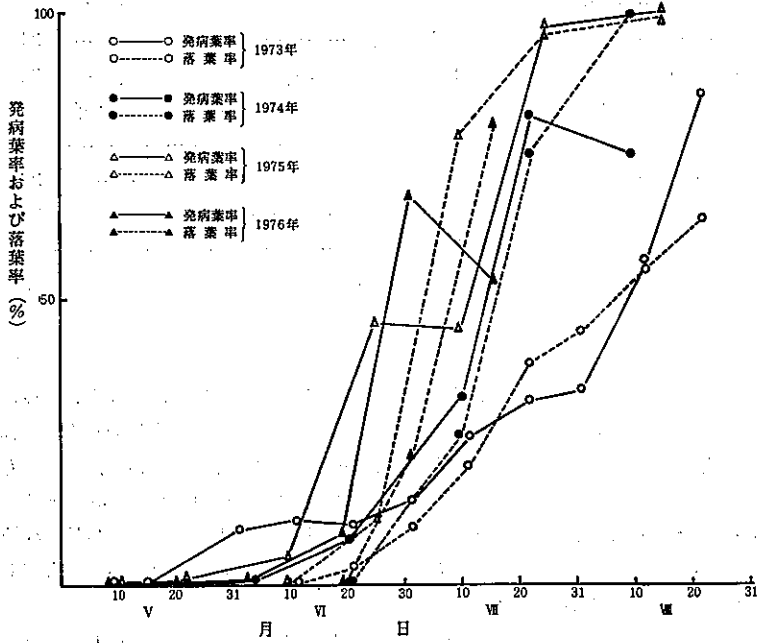
島根県におけるチョウセンニンジン栽培は1773年(安永2年)にはじまったと言われ、以来盛衰を経て今日まで200年余の歴史を有する。現在、県内での栽培は八東郡八東町(通称大根島)のみで行われており、その栽培面積は約80haとされている。チョウセンニンジンには作物の特性上、単位面積当りの収益性が

非常に高く、本県では重要な特産物の一つとなっている。ところがチョウセンニンジンは一作に6年を要し、栽培法が特殊なため各種の病害が発生しやすく、これが安定生産を阻む大きな要因となっている。なかでも斑点病(*Alternaria panax* WHETZEL)は栽培地全域で発生し、年により圃場によって大発生し甚大な被害を及ぼすため、栽培者から恐れられている病害である。

中田ら⁸⁾によれば、本病は全国のチョウセンニンジン栽培地では相当古くから問題にされていたようで、

* 病虫科

1909年(明治42年)に長野県及び栃木県下ですでに発生が認められている。また本邦以外では1903年にアメリカで、1909年に朝鮮で発生が認められたとしている。本病の被害は主に茎葉にあらわれ、早期落葉するため根部の肥大停止をきたし、これが生産上最も大きな影響を及ぼすわけであるが、そのほかに1915年、ROSENBAUM J.ら¹²⁾は本病菌が茎葉のみならず根部をも直接侵し、乾腐させることを明らかにした。本邦でも1922年、中田ら⁹⁾は本病菌が根部を侵すことを認めただけ、茎葉、根のみならず、花梗、果実をも侵すことを報告した。さらに中田ら⁸⁾は本病菌の培養的性質、寄生性、生活力等についてかなり詳細に報告するとともに、本病の伝染経路についてもその一部を明らかにした。とくに伝染の基本となる本病菌の越冬方法について、罹病茎および罹病根頭部に菌糸の形で生存する機会が最も多いとし、枯葉や茎に付着した胞子がまれに翌春まで生存することを報告した。その後、近年になって長野県⁷⁾で本病の研究に着手して病原菌の活動時期や圃場環境と発病との関係など、本病の発生生態の一部が解明された。しかし、いずれの報告も本病菌の生理生態について局部的あるいは断片的研究



第1図 葉における斑点病の発生推移

にすぎず、本病の発生生態については不明の点が多い。そこで筆者らは1973年から本病の研究に着手し、その一部についてはすでに報告^{3,4)}してきたところであるが、本報告では本病の発生実態および伝染方法について新たに得られた知見を加えて取りまとめたので、その概要を報告する。

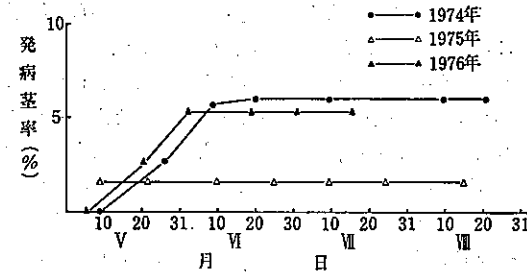
なお、薬剤防除についての研究成果はすでに島根県農業試験場研究報告(1973)²⁾で報告した。

本研究の開始にあたりその機会を与えられるとともに懇切な御教示を戴いた前農業試験場長尾添茂博士に謹んで感謝の意を表す。また、種々の御助言と激励を賜った島根大学教授達山和紀博士に深謝するとともに、試験材料、試験圃場等を心よく提供していただいた八束町役場、八束町農協、および本研究の遂行にあたり便宜を図られるとともに終始熱意ある協力を戴いた石井卓尔病虫科長ならびに病虫科員各位に厚く感謝の意を表す。

Ⅰ 発生実態

1 発生消長

チョウセンニンジン斑点病の発生推移を明らかにするため、1973~'76年に栽培現地(八束郡八束町入江)の農薬無散布圃場(5~6年生)で約10~15日間隔に、畝の北側の株1列について茎、小葉(以下葉という)の発病状況を調査するとともに、葉については落葉状況を調査した。なお調査数は1973年は10株、415葉、1974年は10株、516葉および183株、331葉、1975年は20株、919葉および156株、306葉、1976年は20株870葉および20株、38葉である。また調査圃場は1975年は5年生、その他の年はすべて6年生のチョウセンニンジン圃場である。その結果は第1、2図に示すとおりである。



第2図 茎における斑点病の発生推移

1973年：5月中旬に葉の初発生を認め、その後5月下旬~6月下旬に発病数が漸増、7月上旬~中旬に急増するとともに8月に入って再び活発に発病し、8月上旬、中旬に発病最盛期となった。落葉は6月下旬からはじまり、7月上旬にかなり急激に増加するとともに、7月中旬に最も激しくなった。

1974年：葉における初発生は前年よりかなり遅れて5月下旬に認めた。6月の発病は概ね漸増状態を保ったのち、7月上旬~中旬に急増、発病最盛期となった。落葉は6月下旬~7月上旬にはじまるとともに7月下旬に急増し、8月上旬にはほとんど全葉落葉した。一方、茎における初発生も葉の発病と同じく5月下旬に認め、その後6月上旬まで発病数が増加、中旬にもわずかながら増加したが、下旬以降新たな発病はみられなかった。

1975年：葉における初発生は5月上旬に認め、過去3年のうち最も早かった。その後の発病は6月上旬まで極めて少なかったが、6月中旬から急増し、7月中旬まで激しい病勢が続いた。落葉は発病が激しくなりだした6月中~下旬からはじまるとともに6月下旬~7月上旬に急増し、7月下旬にはほとんど全葉落葉した。一方、茎における初発生は、葉の発病と同じく5月上旬と早かったが、それ以降の発病は全く認められなかった。

1976年：葉における初発生は5月下旬に認め、その後6月中旬まで発病数が漸増、7月上旬に急増し発病最盛期となった。落葉は、発病急増期と時を同じくして7月上旬からはじまるとともに、7月上旬~中旬に最も激しくなった。一方、茎における初発生は1974年、'75年と同様、葉の初発期と同じで、5月下旬に認め、その後6月上旬までわずかに発病数の増加を認めたが、それ以降新たな発病は認められなかった。

以上、4年間の調査結果を総じてみると、本病の初発生は年次により多少の変動はあったが概ね5月上旬~中旬であり、葉、茎ともに毎年ほぼ同時期に認められた。その後、葉では6月の発病は比較的緩慢であったが、7月に入って激しくなるとともに上~中旬に発病最盛期となるようであった。また、落葉は6月下旬~7月上旬にはじまるとともに発病最盛期頃から極めて激しくなった。なお1975年のように初発生の早い年では発病最盛期、落葉期ともに1~2旬早まる傾向がみられた。一方、茎では初発生後まもなくから5月下旬の発病が多かったのに対し、6月に入ると新たな発病は極めて少なくなり、中旬以降ほとんど認められなくなった。

2 チョウセンニンジンの年生と発病

チョウセンニンジンの年生と圃場における本病の発病との関係をしるため、1975年7月4日、八束郡八束町の栽培地全域から11地区を選び、それぞれの地区の中で2、4、6年生のチョウセンニンジン圃場、各1点ずつについて2年生50株、4年生および6年生30株の茎、葉における発病調査を行った。なお、発病調査は発生消長調査と同じく各畝の北側の株1列について行った。その結果は第1表に示すとおりである。

第1表 チョウセンニンジンの年生と発病

年生	調査茎数	発病率 %	調査葉数	落葉率 %	調査生葉数	発病率 %
2	553	0	4,582	0	4,582	1.0
4	371	1.3	7,736	1.0	7,658	3.2
6	578	11.7	14,300	12.3	12,426	15.8

注) 11圃場合計または平均

これによれば、まず2年生圃場についてみると、茎では発病が全く認められず、葉では1%とごくわずかの発病のみであった。また、4年生圃場では茎、葉とも発病が認められ、茎では約1%、葉では落葉も含めて約4%と、2年生圃場に比べてわずかに発病が多かった。さらに6年生圃場では茎で約12%の発病のみならず、葉でも約16%の発病がみられ、しかも12%以上の落葉があり、発病が極めて多かった。

以上、本病の発生は年生が増すに従って多くなり、6年生(収穫当年)圃場で極めて多くなることがわかった。

3 日覆小屋内でのチャウセンニンジンの

植付位置と発病

同一日覆小屋内における本病の発生分布をみるため、八束町入江の栽培圃場(6年生)で1976年7月30日、同一日覆小屋内におけるチャウセンニンジンの植付位置ごとに、各列約70株について茎、葉の発病状況を調査した。なお、植付位置は日覆屋根の開放した北側から順番に1列目～4列目とよんだ。その結果は第2表に示すとおりである。

第2表 日覆小屋内におけるチャウセンニンジンの植付位置と発病

植付位置(列)	調査株数	調査茎数	発病茎数(率)	発病小葉数
			%	
1	68	118	16(13.6)	553
2	70	121	4(3.3)	57
3	70	124	0(0)	13
4	69	120	1(0.8)	8

これによれば、1列目では13.6%の発病茎がみられたほか、葉の発病数も極めて多く、被害も甚大であった。これに対して2～4列目では茎、葉ともに発病数は著しく少なかったが、そのなかでは茎の発病率が3.3%、発病葉も1列目のそれと比べて約10%認められた2列目での発病が多かった。なお、3、4列目では発病が極めて少なく、3列目では茎の発病が全く認められなかった。

以上、同一日覆小屋内では屋根の開放した北側1列目での発病が極めて多かったのに対し、2列目からは著しく少なくなり、とくに3、4列目では極めて少ないことがわかった。

4 考 察

島根県八束郡八束町における斑点病の初発生時期は、年によりかなりの変動はあったが、葉、茎ともに概ね5月上～中旬であり、中田ら⁹⁾が朝鮮を中心に行った調査の結果、6月に入って発病がみられるとしているのに比べて2～3旬も早かった。しかし、長野県⁷⁾ではチャウセンニンジンの発芽期(4月下旬)にすでに本病菌の活動がはじまるとしていることから、発芽後まもない時期に初発生がみられる本県の場合は長野県の傾向と一致し、本邦における初発生時期は概ね5月上～中旬であると思われる。また、本病の発病最

盛期も、葉では7月上～中旬であったことから、梅雨期に発病が多いとする長野県⁷⁾の結果と同様であった。しかし、茎での発病は6月上旬まで増加したのに対して、6月中旬以降は新たな発病がほとんどみられなくなった。この原因は後述のように、6月上旬までは茎の組織が比較的柔軟なため本病菌の侵入、感染が容易であるのに対し、6月中旬以降組織が硬化するとともに侵入、感染が困難になるためと考えられる。

チャウセンニンジンの栽培圃場における本病の発生実態を年生別に調べた結果、2年生圃場ではほとんど発病がみられなかったが、4年生圃場では茎、葉ともに発病が認められるようになり、6年生圃場では発病が極めて多くなった。この傾向は長野県における宮沢⁶⁾の調査結果とほぼ同様であり、また圃場における越冬菌量が年々増加すると思われることから肯定されることである。また、同一日覆小屋内でも北側1列目での発病が著しく多かったのは、日覆屋根の北側が開放しており、雨がかかりやすいために発病が助長されるためと思われる。

III 斑点病菌の越冬方法

1 分生胞子の生存と温度

1) 分生胞子の生存と温度との関係

比重1.44の硫酸液を15mlずつ入れて約30%の空気湿度になるように調整した試験管(直径18mm、長さ18cm)の空間部、液上約5cmの位置に脱脂綿を軽く押し込んで棚をつくった。さらに、PSA平面培地上で5～7日間 BLB 蛍光灯を照射して形成させた分生胞子を半切カバーガラスに付着させたのち、分生胞子付着面が上になるように棚上に設置した。直ちに試験管の口を密栓したのち、これを5～35°C(5°C間隔7段階)の湿度にそれぞれ保ち、約15、30、75、120、240日後にカバーガラス片を取り出し、分生胞子の発芽状況を検査調査した。なお、調査には各温度ともカバーガラス片2枚について、各々200個の分生胞子を調査した。その結果は第3表のとおりである。

これによれば、保存前に調査した分生胞子の発芽率は約96%と極めて高率であったのに対し、各温度に保存した分生胞子は、15日後にすでに発芽率が急減し、かなりの分生胞子が短期間のうちに死滅するようであった。そのうち5～15°Cの比較的低温に保存した分生胞子は15日後になお50%近くの発芽力を有し、20°Cでも40%近く発芽したのに対し、25°Cでは約20%、

第3表 分生胞子の生存と温度

温度(°C)	発 芽 率 (%)				
	15日後	30日後	75日後	120日後	240日後
5	45.1	25.4	11.4	9.4	9.8
10	48.4	31.1	10.3	12.6	7.9
15	47.4	23.3	17.8	24.3	5.4
20	38.4	16.1	2.8	10.3	6.4
25	19.5	8.6	5.5	7.5	5.0
30	12.8	5.0	8.0	0	0
35	7.5	1.4	2.5	0	0

注) 1. 4回実験平均
2. 保存前の分生胞子発芽率は96.4%

30°Cでは約13%、35°Cでは7.5%と高温になるほど発芽率の低下は顕著であった。さらに30～75日後には各温度に保存した分生胞子とも発芽率は急激に低下し、120日以降は30°Cおよび35°Cに保存した分生胞子とも発芽が確認されなくなった。一方、5～25°Cに保存した分生胞子は120日後および240日後でもわずかながら発芽力を有し、生存が確認された。

以上、分生胞子の生存は25°C以下の温度条件下で良好で、なかでも低温ほど生存に好適するものと考えられる。

2) 分生胞子の生存と空気湿度

比重1.44～1.14に稀釈した硫酸液、または蒸留水を15mlずつ入れ、約30、50、70、90%および100%の空気湿度になるように調整した試験管(直径18mm、長さ18cm)に1)と同様の方法により分生胞子付着カバ

第4表 分生胞子の生存と空気湿度

空気湿度(%)	発 芽 率 (%)				
	15日後	30日後	75日後	120日後	240日後
100	—*	—*	—*	—*	—*
90	5.3	—*	—*	—*	—*
70	2.6	1.0	0	0	0
50	29.4	14.3	2.0	0	0
30	38.4	16.1	2.8	10.3	6.4

注) 1. 4回実験平均
2. 保存前の分生胞子発芽率は96.4%
3. * 調査時にすでに大部分の分生胞子が発芽していたため調査不能

ーガラスを設置し、直ちに試験管の口を密栓した。それぞれの試験管を20°Cの湿度に保ったのち、約15、30、75、120、240日後に1)と同様に分生胞子の発芽率を調査した。その結果は第4表に示すとおりである。

これによれば、保存前に調査した分生胞子の発芽率は約96%と、極めて高率であったのに対し、15日後はいずれの湿度に保存した分生胞子とも発芽率はかなり低下し、なかでも空気湿度70%および90%に保存した分生胞子の発芽率はそれぞれ2.6%および5.3%と、低下が著しかった。これに対して空気湿度50%に保存した分生胞子の発芽率は約30%、空気湿度30%に保存した場合の発芽率は約40%と、比較的低温湿度での生存状態が良好であった。なお、空気湿度100%に保存した分生胞子は、15日後にすでに100%発芽していたため調査は不能となった。30日後以降、いずれの空気湿度に保存した分生胞子とも発芽率が概して低下の傾向をたどるとともに、空気湿度70%に保存した分生胞子は75日後に、空気湿度50%に保存した分生胞子は120日後に、それぞれ発芽が認められなくなった。これに対して空気湿度30%に保存した分生胞子は240日後でも、なおわずかながら発芽力を有し、分生胞子の生存には低温湿度ほど好適することがわかった。

2 罹病組織の保存場所と斑点病菌の生存

罹病組織上における斑点病菌の越冬形態ならびに越冬場所を明らかにしようとした。

実 験 I

1972～'73年試験

現地で採集した自然発病葉、および本病菌接種により発病させた根を寒冷しゃで包んだのち、葉は1972年9月5日、根は同年10月9日に八束町入江のチャウセンニンジン栽培圃場の雨が入らない日覆屋根の内、雨が直接あたる日覆屋根の外、および畝の地表、地下約10cmの地中に保存した。保存前にそれぞれの罹病組織から常法により本病菌の分離を行い、分離率を確かめたのち同年10月9日、12月20日、翌1973年2月21日、3月23日、5月15日の各時期にとりだして罹病組織の形状を調査するとともに、それぞれ本病菌の分離を行った。一方、越冬後の本病菌分生胞子の生存状況をみるため1973年5月15日に、屋根内および屋根外に保存した罹病葉の表面を軽く水洗して本病菌分生胞子を採集し、その浮遊液を1白全耳量ずつチャウセンニンジン葉(3年生)に接種して病原性の有無を調査した。接種の際の胞子濃度は他の *Alternaria* sp. も含

めて20個以上/100倍, 1視野であり, 接種温度は20°C, 湿室期間は2日とした。

罹病組織の保存場所と本病菌の分離状況との関係を

第5表 罹病組織からの斑点病菌分離状況 (現地, 1972~'73)

Table with 7 columns: 保存場所, 罹病組織の種類, 保存前, '72 9/X, '73 20/XII, '73 21/II, '73 23/III, '73 15/V. Rows include 日覆屋根内, 日覆屋根外, 地表, 地中.

注) * 雑菌の分離率がほぼ100%

第5表に, 越冬後における罹病葉上分生胞子の病原性を第6表に示した。なお, 各調査時期における罹病組織の形状は第7表に示すとおりであった。

第5表によれば, 保存前の各罹病組織からは本病菌が高率に分離された。その後, 日覆屋根内に保存した場合, 罹病葉からは初回調査の10月9日に本病菌が20%分離されたが, 12月20日以降, 保存葉の形状に大きな変化がみられなかったにもかかわらず, 雑菌の分離率がほぼ100%に高まるとともに, 本病菌が全く分離されなくなった。これに対して罹病根からは1973年3月15日まで高率に本病菌が分離され, 最終調査の5月

第6表 越冬後における罹病葉上分生胞子の病原性 (現地, 1973)

Table with 4 columns: 接種葉数, 発病葉数, 病斑数, 潜伏期間(日). Values: 10, 2, 4, 3.

第7表 保存罹病組織の形状の時期的変化 (現地, 1972~'73)

Table with 7 columns: 保存場所, 罹病組織の種類, '72 9/X, '73 20/XII, '73 21/II, '73 23/III, '73 15/V. Rows include 屋根下, 屋根外, 地表, 地下.

15日でもかなり高率に分離された。日覆屋根の外に保存した場合も同様で, 罹病葉からは初回調査の10月9日にごくわずかに本病菌が分離されたのみで, その後雑菌の分離率がほぼ100%に高まるとともに本病菌は全く分離されなくなった。これに対して罹病根からは3月15日までかなり高率に本病菌が分離されたほか, 最終調査の5月15日でもわずかながら分離された。一方, 罹病組織を地表に保存した場合, 初回調査の10月9日に罹病葉から本病菌がごくわずかに分離されたが, 12月20日以降組織の崩壊が進むとともに本病菌が全く分離されなくなった。また, 罹病根は初回調査の12月20日に, すでに組織の崩壊と腐敗が進み, 病原菌が全く分離されなかった。地中に保存した場合, 罹病葉, 罹病根とも, それぞれ初回調査の9月9日および12月20日には組織の崩壊, 腐敗が進むとともに病原菌の分離が不能となった。

一方, 第6表によれば1973年5月15日に, 罹病葉から採集した本病菌分生胞子はチョウセンニンジン葉に対して病原性を有し, 生存が確認された。

1975~'76年試験

現地で採集した自然発病の葉, 茎および本病菌接種後, ブラックライトブルー蛍光灯 (FL20BL-B) 照射下で20°C湿室に7日間保って発病させた茎を寒冷しゃに包んだのち, 1975年8月6日, 上記と同様に日覆屋根の内, 外につるした。保存前の各罹病組織から常法により本病菌を分離し分離率を確かめたのち, 同年10月20日, 12月23日, 1976年4月14日, 5月12日の各時期にとりだして罹病組織の形状を調査するとともに本病菌の分離状況を調査した。また, 越冬後の本病菌分生胞子の生存状況をみるため, 4月14日, 5月12日の2回, 各罹病組織の表面を軽く水洗して分生胞子を採集し, その浮遊液を1白全耳量ずつチョウセンニンジン幼苗の葉柄付根に接種して発病の有無を調査した。接種の際の胞子濃度は他の Alternaria sp. を含めて20個以上/100倍, 1視野であり, 接種温度は20°C, 湿室期間は2日とした。各回, 各区とも苗10本ずつを供試した。

罹病組織の保存場所と本病菌の分離状況との関係を第8表に, 越冬後における各罹病組織上分生胞子の病原性を第9表に示した。なお, 各調査時期における罹病組織の形状は第10表に示すとおりであった。

第8表によれば, 保存前の各罹病組織切片からは本病菌が高率に分離された。その後, 屋根内に保存した

第8表 罹病組織からの斑点病菌分離状況 (農試, 1975~'76)

Table with 6 columns: 保存場所, 罹病組織の種類, 保存前, '75 20/X, '76 23/XII, '76 14/IV, '76 12/V. Rows include 軒下, 屋外.

第9表 越冬後における罹病組織上分生胞子の病原性 (農試, 1976)

Table with 5 columns: 保存場所, 分生胞子の種類, 接種葉数, 発病葉数 14/IV, 12/V. Rows include 軒下, 屋外.

場合, 自然発病葉からは初回調査の10月20日にかかなり高率に本病菌が分離され, また12月23日にもわずかながら分離された。しかし, 4月14日以降, 保存葉の形状に大きな変化がみられなかったにもかかわらず, 雑菌の分離率が100%近くに高まるとともに本病菌は全く分離されなくなった。また, 自然発病茎でも自然発病葉と同様に12月23日まで本病菌は分離された。しかし4月14日以降雑菌の分離率が高まるに伴って, 本病菌が全く分離されなくなった。一方, 人工接種茎では調査毎に本病菌が高率に分離され, 最終調査の5月12日においてもなお60%と高率に分離されており, 本病菌の越冬が確認された。また, 日覆屋根の外につるして保存した場合, 自然発病葉では初回調査の10月20日に本病菌が分離されたのみで, 12月23日以降全く分離

第10表 保存罹病組織の形状の時期的変化 (農試, 1975~'76)

罹病組織の種類	'75		'76		
	20/X	23/XII	14/IV	12/V	
軒下	自然発病葉	原形ほぼそのまま 褐～緑褐色	原形ほぼそのまま 褐～緑褐色	原形ほぼそのまま 淡褐～褐色	原形ほぼそのまま 淡褐～褐色
	自然発病茎	原形ほぼそのまま 黄緑～緑褐色	乾燥, 萎凋 淡褐～褐色	乾燥, 萎凋 淡褐～褐色	乾燥, 萎凋 淡褐～褐色
	接種茎	原形ほぼそのまま 黄緑～緑褐色	乾燥, 萎凋 淡褐～褐色	乾燥, 萎凋 淡褐～褐色	乾燥, 萎凋 淡褐～褐色
屋外	自然発病葉	原形ほぼそのまま 褐～緑褐色	原形やや崩壊 淡褐～褐色	原形崩壊 淡褐～褐色	原形崩壊 淡褐～褐色
	自然発病茎	原形ほぼそのまま 淡褐～黄褐色	乾燥, 萎凋 褐～灰白色	乾燥, 萎凋 灰白色	乾燥, 萎凋 灰白色
	接種茎	原形ほぼそのまま 淡褐～黄褐色	乾燥, 萎凋 褐～灰白色	乾燥, 萎凋 灰白色	乾燥, 萎凋 灰白色

されなくなった。また、茎では自然発病茎、人工接種茎とも12月23日まで本病菌が分離されたが、4月14日以降、雑菌の分離率が100%近くに高まるとともに本病菌は全く分離されなくなった。

一方、第9表によれば日覆屋根下保存の自然発病葉および日覆屋根外保存の各罹病組織から採集した *Alternaria* 属菌の分生胞子は、4月14日にはすでに病原性が認められなかった。これに対して自然発病茎および人工接種茎から採集した分生胞子は4月14日までは病原性が認められ、越冬が確認された。

実験 II

罹病根上における本病菌越冬の可能性をみるため、1973年10月中旬に現地チョウセンニンジン栽培圃場で、根冠部にわずかな黒変のみられる比較的軽症の斑点病罹病根(5年生)2本を採取し、これらを直径30cmの茶焼鉢に移植した。その鉢は農試圃場の一角に上部がわずかに地表面からできるように埋没し、翌1974年5月10日、根の病斑および芽の異常部から常法により病原菌の分離を行った。その結果は第11表のとおりである。

これによれば、移植した根2本とも翌年5月10日には病斑がわずかに拡大したようであったが、根の形状にはほとんど変化がみられなかった。根の病斑から病原菌を分離した結果、2株とも他の *Alternaria* 属菌とともに本病菌が分離され、罹病根上で本病菌が越冬することが確認された。一方、根頭から出芽した芽はいずれも地中で黒変軟化し、地上部にわずかに先端を出したのみで枯死した。それらの芽から病原菌の分離

第11表 越冬後における罹病根からの斑点病菌分離状況

罹病株	分離部位	供試切片数	分離数	
			<i>A. panax</i>	<i>A. spp.</i>
I	芽	5	0	5
	根頭	5	1	4
II	芽	5	2	3
	根頭	5	2	3

注) 表中 *A. panax* : *Alternaria panax*, *A. spp.* : *Alternaria spp.* を示す (以下同じ)

を行った結果、両株から他の *Alternaria* 属菌が多数分離されたほか、1株からは本病菌が分離され、出芽した芽が本病菌に侵されることがわかった。

3 麦稈付着分生胞子の保存場所と生存

罹病組織上における本病菌分生胞子越冬の可能性については前項までの試験で明らかにしたが、さらに風等で飛散した分生胞子が罹病組織以外の日覆屋根の麦稈等に付着して越冬しうるかどうかを明らかにするため試験した。

1973~'74年試験 (現地)

PSA平面培地上で7日間15W殺菌灯を照射して形成させた本病菌分生胞子を、一端に節を残した約10cmの麦稈および直径約5mmの綿球に付着させ、両者を別々にガーゼで包んだのち8月24日に、2と同様の方法で現地チョウセンニンジン栽培圃場の日覆屋根の内

および外につるした。この場合麦稈へは先端を切ったフデにつけた分生胞子を葉鞘の内側にふりかけるようにして付着させ、綿球へは分生胞子を形成した PSA 平面培地上で綿球を軽く転がして分生胞子を付着させた。その後'73年11月27日および'74年3月25日に麦稈に付着させた分生胞子はスライドガラス上にフデ先で軽く払い落したのち、また綿球に付着させた分生胞子は約5mlの殺菌水を入れたビーカー内で軽く振って洗い出したのち、直ちに分生胞子200個について採取時の発芽の有無を調べるとともに、それぞれスライドガラスに点滴して20°Cの湿室に24時間保ったのち、発芽状況を鏡顕調査した。さらに、3月27日に採取した各分生胞子はチョウセンニンジン葉(3年生)に接種して、20°Cの湿室に5日間保った後に発病状況を調査した。その結果は第12表に示すとおりである。

これによれば、日覆屋根内につるして保存した場合、麦稈および綿球に付着させた場合とも11月27日採取時には発芽した分生胞子は全く認められなかった。しかし点滴、湿室24時間後には麦稈から採取した分生胞子は約30%、綿球から採取した分生胞子は約85%も発芽し、高い生存率であることが確認された。翌1974年3月25日には麦稈、綿球のいずれからも最初に保存したと思われる濃褐色の分生胞子に混じって、新たに形成されたと思われる無色～淡黄色の分生胞子が採取された(第3図)。濃褐色の分生胞子の中には発芽した形跡が認められるものがあつたのに対し、これらの無色～淡黄色分生胞子はいずれも未発芽であった。24時



第3図 麦稈上に形成された無色～淡黄色分生胞子 (下側暗色部分は麦稈)

間後の発芽状況を調べた結果、濃褐色分生胞子は新たな発芽が認められなかったのに対して、無色～淡黄色分生胞子は80%以上と高率に発芽することがわかった。一方、日覆屋根の外に保存した麦稈、綿球から同時期に採取した分生胞子の中にも、濃褐色の分生胞子に混じって多数の無色～淡黄色分生胞子がみられた。この場合も濃褐色分生胞子には大部分発芽した形跡が認められたが、無色～淡黄色分生胞子では、発芽したものは全く認められなかった。また、上記と同様の点滴、湿室24時間後に、濃褐色分生胞子は新たな発芽が認められなかったのに対し、無色～淡黄色分生胞子は80%以上高率に発芽した。3月25日にこれら分生胞子をチョウセンニンジン葉に接種した結果、日覆屋根内に保存した場合、麦稈、綿球いずれに付着させた分生

第12表 麦稈等上での分生胞子の生存 (現地, 1973~'74)

保存場所	分生胞子付着材料	生存調査				病原性調査 (25/III)			
		'73 27/XI		'74 25/III		調査葉数	発病葉率 %	1葉当り病斑数	潜伏期間
		採取時発芽率 %	24時間後発芽率 %	採取時発芽率 %	24時間後発芽率 %				
日覆屋根下	麦稈	0	28.5	+*(0)	+*(81.0)	79	1.3	1.0	3
	綿球	0	84.8	0.3(0)	0.3(92.7)	84	2.4	1.5	3
日覆屋根外	麦稈	—	—	-**(0)	-**(80.2)	83	1.2	2.0	3
	綿球	—	—	-**(0)	-**(87.3)	79	0	0	—

注) 1. 保存前の分生胞子発芽率は93.3%
 2. * 発芽管の痕跡が認められるものがわずかにある
 3. ** 大部分の分生胞子が発芽したため調査不能
 4. ()内は発芽菌糸上に新たに形成されたと思われる無色～淡黄色分生胞子

第13表 麦稈等上での分生胞子の生存 (農試, 1975~'76)

保存場所	分胞付材	生子着料	'75						23/XII					
			濃褐色分生胞子		無色~淡黄色分生胞子		濃褐色分生胞子		無色~淡黄色分生胞子		濃褐色分生胞子		無色~淡黄色分生胞子	
			採取時 発芽率	24時間後 発芽率	採取率*	採取時 発芽率	24時間後 発芽率	採取率*	採取時 発芽率	24時間後 発芽率	採取率*	採取時 発芽率	24時間後 発芽率	
軒下	麦わら		0	81.8	0	—	—	0	71.0	0	—	—		
	綿球		0	81.3	0	—	—	0	59.3	0	—	—		
屋外	麦わら		—**	—**	7.5	0.5	74.0	—**	—**	2.8	2.8	22.0		
	綿球		—**	—**	68.5	7.0	90.0	—**	—**	46.8	1.8	22.5		

保存場所	分胞付材	生子着料	'76						12/V					
			濃褐色分生胞子		無色~淡黄色分生胞子		濃褐色分生胞子		無色~淡黄色分生胞子		濃褐色分生胞子		無色~淡黄色分生胞子	
			採取時 発芽率	24時間後 発芽率	採取率*	採取時 発芽率	24時間後 発芽率	採取率*	採取時 発芽率	24時間後 発芽率	採取率*	採取時 発芽率	24時間後 発芽率	
軒下	麦わら		0	38.0	0	—	—	0	27.5	0	—	—		
	綿球		0	32.8	0	—	—	0	24.8	0	—	—		
屋外	麦わら		—**	—**	1.5	0	8.0	—**	—**	0	—**	—**		
	綿球		—**	—**	1.3	0	8.0	—**	—**	0	—**	—**		

注) 1. 保存前の分生胞子発芽率は96.8%
 2. * 濃褐色分生胞子と無色~淡黄色分生胞子の合計に対する無色~淡黄色分生胞子の採取割合
 3. ** 採取時にすでに大部分の分生胞子が発芽していたため調査不能

胞子もわずかながら病原性が認められた。また、日覆屋根外に保存した場合でも麦稈に付着させた分生胞子にはわずかながら病原性が認められた。従って、日覆屋根内、外に保存したこれら分生胞子の病原性は、最初に保存した分生胞子の生存が認められなかったことから、新しく形成された分生胞子によるものと考えられる。

1975年~'76年試験 (農試)

前項同様の麦稈および綿球に、あらかじめ PSA 平面培地上で5日間、BLB 蛍光灯を照射して形成させた本病菌分生胞子を1973~'74年の試験と同様の方法で付着させ、寒冷しゃで包んだのち、1975年8月29日に、雨が入らない軒下、雨が直接あたる屋外につるした。そののち同年9月8日、9月18日、10月2日、12月23日、翌1976年4月14日、5月12日の各時期に1973~'74年試験同様に分生胞子の発芽率を調査するとともに、4月14日および5月12日に採取した分生胞子をチョウセンニンジン苗に接種して病原性を確かめた。なお、接種には各区とも苗10本を供試した。その結果は第13、14表に示すとおりである。

第14表 越冬後における分生胞子の病原性 (農試, 1976)

保存場所	分生胞子の種類	接種葉数	発病葉数	
			14/IV	12/V
軒下	麦稈付着分生胞子	10	1	0
	綿球付着分生胞子	10	2	1
屋外	麦稈付着分生胞子	10	1	0
	綿球付着分生胞子	10	0	0

第13表によれば、軒下に保存した場合、麦稈、綿球に付着させた分生胞子ともに、いずれの調査時期においても採取時には発芽が認められなかった。また、9月18日には温室24時間後の発芽率は80%以上であり、高い生存率が認められた。その後の調査でも12月23日以降発芽率は漸減したが、翌年5月12でも麦稈付着分生胞子は約28%、綿球付着分生胞子では約25%が発芽し、かなり多くの分生胞子が生存していることがわかった。一方、屋外に保存した場合、初回調査の9月18

第15表 出芽異常チョウセンニンジンからの菌分離状況

分離部位	供試数	分 離 数						
		A. panax	Fus.-I	Fus.-II	Bot.	Rh.	Bact.	その他
茎 地 際	7 (35)	0 (0)	2 (3)	1 (1)	2 (4)	1 (2)	4 (6)	7 (13)
根 頭	7 (35)	1 (2)	3 (5)	1 (1)	0 (0)	1 (1)	4 (11)	5 (11)

注) 1. 表中 A. panax : *Alternaria panax*, Fus. : *Fusarium*, Bot. : *Botrytis*, Rh. : *Rhizoctonia*, Bact. : *Bacteria* を示す
 2. ()内は供試切片数または分離切片数

日に麦稈、綿球に付着させた分生胞子はいずれも大部分のものが発芽していたため生存調査は不能となった。しかし、この場合の発芽菌糸(分生子梗)には最初に保存したと思われる濃褐色の分生胞子とは明らかに異なる無色~淡黄色の分生胞子の形成が認められた。保存期間中に新たに形成されたと思われるこれら無色~淡黄色分生胞子の割合は、麦稈上では初回調査の9月18日の7.5%を最高に、翌年4月14日までごくわずかにみられたに過ぎなかったが、綿球上では9月18日に約69%と極めて高く、12月23日でも約47%と高かった。そして4月14日にはその割合は麦稈上の場合と同様にごくわずかとなり、5月12日には無色~淡黄色分生胞子は確認されなくなった。また、これら無色~淡黄色分生胞子の点滴、温室24時間後の発芽率は、9月18日には麦稈上のも74%、綿球上のも90%と極めて高かった。しかし12月23日にはいずれも約22%と低下し、翌年4月14日には約8%となった。

一方、第14表によれば、軒下に保った場合、麦稈付着分生胞子は4月14日まで、綿球付着分生胞子は5月12日まで病原性が認められた。また、屋外に保存した場合でも、麦稈付着分生胞子は4月14日まで、わずかながら病原性が認められた。この場合、軒下に保存した麦稈、綿球付着分生胞子の生存が、最初に保存したそのものの形で確認されたことから、軒下に保存した分生胞子の病原性は最初に保存した分生胞子によるものと思われる。しかし、屋外に保存した分生胞子の病原性は1973~'74年試験同様、新しく形成された分生胞子によるものと考えられる。

4 圃場における越冬の実態

前項までの試験で斑点病菌の越冬形態ならびに越冬条件などがほぼ明らかとなったので、実際の栽培圃場における本病菌の越冬の実態をしるため試験した。

1) 被害根での越冬

1970年5月23日、八束町入江の4、5年生チョウセンニンジン栽培圃場5か所から出芽異常株を採取し、根頭および茎地際変色部から常法により病原菌の分離を行った。その結果は第15表に示すとおりである。

これによると茎地際変色部からは *Fusarium* spp., *Botrytis* sp., *Rhizoctonia* sp. および数種の未同定菌、*Bacteria* 等が分離されたが、本病菌は全く分離されなかった。これに対して根頭病変部からは茎同様 *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* sp. および数種の未同定菌、*Bacteria* 等が分離されたほか、1株からのみではあったが本病菌が分離され、低率ではあるが、圃場において被害株(根頭)上で本病菌が越冬することがわかった。

2) 被害茎での分生胞子の越冬

1976年調査

前年斑点病が多発生した八束町入江の4、5年生チョウセンニンジン圃場5か所から4月14日に未だ倒伏していない枯死茎20本ずつを採集した。各地区から採集した茎は約5cmの長さに切ったのち、約500mlの殺菌水を入れたフラスコに入れ、激しく振とうして *Alternaria* spp. および本病菌分生胞子を洗い出した。その後、これを三重ガーゼでろ過したのち、ろ液0.02mlずつをスライドグラス5か所に点滴し、それぞれの分生胞子数を鏡顕調査した。その結果は第16表に示すとおりである。

これによれば、A~Eのいずれの圃場で採集した茎からも *Alternaria* spp. はわずかながら検出されたが、本病菌は全く検出することができず、枯死茎上で本病菌分生胞子の越冬は確認できなかった。

1977年調査

前年斑点病が多発生した八束町入江の5~6年生チョウ

第16表 越冬枯死茎からの斑点病菌分生孢子検出状況 (1976)

採集場所(年生)	A. spp. 分生孢子数*	うち A. panax 分生孢子数
A (5)	4	0
B (4)	18	0
C (5)	2	0
D (5)	8	0
E (4)	6	0

注) * 0.1mlあたり

ウセンニンジン圃場3か所から、4月18日に未だ倒伏していない枯死茎を20本ずつ採集し、前年同様に *Alternaria* spp. 分生孢子および本病菌分生孢子的付着状況を調査した。その結果は第17表に示すとおりである。

第17表 越冬枯死茎からの斑点病菌分生孢子検出状況 (1977)

採集場所(年生)	A. spp. 分生孢子数*	うち A. panax 分生孢子数
F (4)	1	0
G (5)	8	0
H (4)	2	0

注) * 0.1mlあたり

これによれば F~H のいずれの圃場で採集した茎からも *Alternaria* spp. はわずかながら検出されたが、本年も本病菌は全く検出されず枯死茎上での本病菌分生孢子的越冬は確認できなかった。

3) 日覆屋根麦稈上での分生孢子的越冬
1976年試験

前年本病が多発生した八束町入江の4~5年生ウセンニンジン圃場5か所から、4月14日に日覆屋根の下側表層の麦稈500gを採集し、これを約500mlの殺菌水を入れたフラスコに投入して激しく振とうした。その洗浄水を三重ガーゼでろ過してシリンダーに移し、5分間静置したのち、上澄液を1000rpm、5分間遠沈した。その沈殿を1白金耳量ずつスライドグラス2か所に点滴し、*Alternaria* spp. 分生孢子数および本病菌分生孢子数を検鏡調査した。さらに、このスラ

イドグラスを25°Cシャーレ湿室に24時間保ったのち各分生孢子的発芽状況を検鏡調査した。同時に鉢植えしたウセンニンジン(3年生)の葉に分生孢子浮遊液を1白金耳量ずつ接種し、20°C湿室に2日間保った。なお、この場合葉を殺菌針で付傷する場合、付傷しない場合の二通りにわけ接種した。その後湿室から取出し、さらに20°C恒温室に5日間保ったのち、葉の発病状況を調査した。調査には各区とも葉柄2本分の葉を30枚供試した。その結果は第18表および第19表に示すとおりである。

第18表によればI~Mの5圃場からはいずれも *Alternaria* spp. 分生孢子がかなり多数検出されるとともに、本病菌分生孢子がKおよびL圃場からわず

第18表 日覆屋根麦稈付着分生孢子的発芽能 (1976)

採集場所(年生)	A.spp.分生孢子		うち A. panax 分生孢子	
	採集数*	発芽率 %	採集数*	発芽率 %
I (4)	17	41.2	0	0
J (5)	72	45.8	0	0
K (5)	89	43.8	7	28.6
L (5)	52	42.3	3	0
M (4)	22	45.5	0	0

注) * 1白金耳量2反復合計

第19表 日覆屋根麦稈付着分生孢子的病原性 (1976)

採集場所	接種方法	接種葉数	発病率 %	
			付傷接種	無傷接種
J	付傷接種	30	0	0
	無傷接種	30	0	0
K	付傷接種	30	0	0
	無傷接種	30	0	0
L	付傷接種	30	0	0
	無傷接種	30	0	0
M	付傷接種	30	0	0
	無傷接種	30	0	0

かながら検出された。検出された *Alternaria* spp. 分生孢子はいずれの圃場のものもかなり高率に発芽した。しかし本病菌分生孢子はM圃場から検出された分生孢子がごくわずかに発芽したのみで、L圃場から検出された分生孢子は全く発芽しなかった。また、第19表によれば、各圃場から採集した分生孢子浮遊液を接種したウセンニンジン葉は全く発病せず、病原性が認められなかった。

1977年試験

前年本病が多発生した八束町入江の4~5年生ウセンニンジン圃場4か所で、日覆屋根下側表層の麦稈500gを採集したのち、1)同様の方法で *Alternaria* spp. 分生孢子および本病菌分生孢子を検出し、発芽能を調査するとともにその病原性を調査した。その結果は第20表および第21表に示すとおりである。

第20表によればN~Qいずれの圃場からも *Alter-*

第20表 日覆屋根麦稈付着分生孢子的発芽能 (1977)

採集場所(年生)	A.spp.分生孢子		うち A. panax 分生孢子	
	採集数*	発芽率 %	採集数*	発芽率 %
N (5)	23	47.8	0	0
O (5)	61	47.5	19	63.2
P (5)	13	23.1	2	100
Q (4)	7	42.9	0	0

注) * 白金耳量2反復合計

第21表 日覆屋根麦稈付着分生孢子的病原性 (1977)

採集場所	接種方法	調査葉数	発病葉数	備考	
				備	考
N	付傷接種	30	0		
	無傷接種	30	0		
O	付傷接種	30	1	再分離	A. panax
	無傷接種	30	0		であることを確認
P	付傷接種	30	0		
	無傷接種	30	0		
Q	付傷接種	30	0		
	無傷接種	30	0		

aria spp. がかなり多く検出されるとともに、本病菌分生孢子がO圃場から19コ検出されたほかP圃場からもわずかにあるが検出された。検出された *Alternaria* spp. および本病菌分生孢子的発芽率はともにかなり高く、特に本病菌分生孢子的発芽率は高かった。また、第21表によれば、本病菌分生孢子的検出量がかかなり多かったO圃場の分生孢子は、付傷して接種した場合のみではあるが葉に病斑を形成させたことから病原性が確認された。なお、その病斑からは本病菌が再分離された。

5 考 察

本病菌の越冬方法としては本病菌の性格上、罹病組織中の菌糸、罹病組織上の分生孢子および組織から遊離した分生孢子などでの越冬が考えられる。このことに関して、既に中田ら⁹⁾は圃場に残留した罹病茎および罹病根頭部で菌糸の形で越冬する機会が最も多いとし、これらが主要伝染源であることを示唆するとともに、茎に付着した分生孢子がまれに翌春まで生存することを認めている。筆者らはまず分生孢子での越冬の基礎となる分生孢子的生存と温湿度との関係のみた結果、本病菌分生孢子的生存には低温、低温が好適し、空気湿度30%の低温条件下では5~25°Cで240日後でも生存したのに対し、空気湿度100%の湿潤条件下では極めて短期間のうちに分生孢子が発芽能を喪失した。このことは、中田ら⁹⁾が本病菌分生孢子が乾燥に強く、湿潤状態に弱いとし、夏期には10日で死滅すると述べていることと傾向がよく一致した。さらに罹病葉、茎組織中の菌糸、それらの上での分生孢子的越冬について調査した結果、罹病葉、茎上の分生孢子および罹病茎組織中の菌糸が雨のあたらない、比較的乾燥した日覆屋根の下などで越冬することを確認した。しかし、中田ら⁹⁾のいう地表、および雨が直接あたる日覆屋根の外では罹病茎葉上での本病菌の越冬を確認することはできなかった。また、現地ウセンニンジン栽培圃場においても、茎上での本病菌分生孢子的越冬を確認することができなかった。今後この点については、さらに究明する必要があると考えられるが、実際には、圃場における被害茎葉上での本病菌の越冬場所は罹病組織の崩壊状況、分生孢子的生存と温湿度などの実験結果からみて、全期間を通じて雨がかりにくく、比較的乾燥した一部の場所に限られるものと思われる。また、本病菌分生孢子は低温、低温条件下では寄主植物以外の場所でも極めて長期間生存しうること

を実験的に明らかにし、前述したところであるが、さらに圃場においても日覆屋根の麦稈に付着した分生孢子が翌春まで生存し、しかも病原性を有することを確認した。このような寄主植物以外での病原菌の越冬方法については同じ *Alternaria* 属菌に属するナシ黒斑病菌が袋紙で越冬することはよく知られておりであり¹⁴⁾、北島ら¹⁵⁾もナシ黒斑病菌分生孢子がガラス板上で越冬する可能性を認めていることから、本病菌もナシ黒斑病菌と同様の性質を有することがわかった。さらに本病菌分生孢子が日覆屋根の麦稈等の上で越冬する際、被害組織上における分生孢子と同様、雨が当たらない比較的乾燥した場所での生存が良好であったが、雨が当たるところでは分生孢子が発芽し、短期間のうちに死滅するようであった。しかし、このような条件下では発芽菌糸(分生枝梗)上に新たな分生孢子が形成され、この分生孢子により再び越冬が継続される場合があることもわかった。

一方、本病菌は根が腐敗しないかぎり、根の罹病組織内で極めて長期間生存しうることを実験の結果明らかにした。さらに軽微な本病罹病根を鉢に植え翌春まで観察したところ、冬期間には病状がほとんど進展しなかったが、翌春出芽した芽が本病菌に罹病しているのを認めた。さらに1970年には栽培現地でチョウセンニンジンの出芽期に本病菌による出芽異常株を認めた。これらのことから罹病根が第一次伝染源になりうることを確認した。

なお、中田ら¹⁶⁾は、本病菌の越冬の機会分生孢子によるよりも罹病根頭上菌糸による方が多いとしているが、本実験ではその比較に言及するまでには至らなかった。

IV 伝染方法

1 分生孢子形成に及ぼす湿度および光の影響

1) 分生孢子形成と温度との関係

約8cmの長さに切った4年生チョウセンニンジンの葉柄の中央から2cmの位置に、2か所ずつ殺菌針で付傷したのち、あらかじめPSA平面培地上で25°C、7日間培養した本病菌菌叢を接種して、水を含ませたウレタンを敷いて温室としたタッパーウエアに入れ、20°Cの暗所に5~6日間保って発病させた。そして接種部を中心に長さ2~3cm、葉柄円周の%以上に病変が進展した茎を選び、水を含ませたウレタンを底に敷いて温室としたシャーレにこれを各2本ずつ入

れ、5~30°C(5°C間隔)の恒温室に保ち、65cm上方から20W白色蛍光灯16本で、1日当り14時間照明した。5日後に各シャーレの葉柄2本ずつから、接種部を中心に2cmの長さに病変部を切り取り、10mlの水を入れた試験管に入れた。これを約30回上下に激しく振とうして分生孢子を洗い出したのち、各々の試験管から0.02mlずつの洗浄液を採取し、分生孢子数を検鏡調査した。なお、この調査は5反復した。その結果は第22表に示すとおりである。

第22表 分生孢子形成と温度

温度(°C)	分生孢子形成 個体率 %	1個体当り 分生孢子形成数
5	40	1,834
10	100	18,533
15	100	69,957
20	100	169,123
25	100	74,063
30	100	10

注) 3回実験平均

これによれば、分生孢子的形成は5~30°Cで認められたが、なかでは20°Cでの形成量が最も多く、25°Cおよび15°Cでも分生孢子的形成がかなり多くみられた。これに対して10°Cでの分生孢子的形成量は少なく、5°Cではわずかに、30°Cでは極くわずかに分生孢子的形成を認めたにすぎなかった。

2) 分生孢子形成と空気湿度との関係

5月中旬に採集した4年生チョウセンニンジンの葉柄を約8cmの長さに切り、中央から2cmの位置に2か所、本病菌菌叢を付傷接種しこれを1)と同様の方法で発病させた。その後接種部を中心に長さ2~3cm、葉柄円周の%以上病変が伸展した葉柄を選び、表面に形成された菌叢および分生孢子を流水で洗い流し、扇風機で乾かしたのち、これをあらかじめ比重1.14~1.02に稀釈した硫酸液および蒸留水を入れて89.9~100%の空気湿度になるように調整したデシケーター(径15cm)内に5本ずつ置いた。そして、病斑部の上方20cmの位置からBLB蛍光灯を連続照射した。なお、空気湿度100%の場合のみ無風乾の葉柄を入れた区を設けた。処理7日後に各葉柄毎に1)と同様の方法で分生孢子的形成状況を検鏡調査し

第23表 分生孢子形成と空気湿度

空気湿度(%)	分生孢子形成 個体率 %	1個体当り 分生孢子形成数
100(無風乾)	100	73,587
100	100	37,100
99.1	100	24,460
98.2	100	9,073
96.9	94	4,240
95.6	66	2,140
93.9	34	153
92.3	0	0
89.9	0	0

注) 3回実験平均

た。その結果は第23表に示すとおりである。

これによれば、空気湿度93.9~100%で分生孢子形成が認められた。なかでも高湿度ほど形成量が多く、特に空気湿度99.1%以上での分生孢子形成が極めて良好であった。また、同じ100%の空気湿度でも一度風乾した葉柄より、風乾しなかった葉柄での分生孢子形成が良好であった。

3) 分生孢子的形成と光との関係

実験 I (スライドガラス試験)

約50°Cで溶融した1.5%素寒天液をスライドガラスに塗布して、半乾きとした後、あらかじめPSA平面培地上で20°C、5日間前培養した本病菌菌叢に3日間BLB蛍光灯を照射して形成させた新鮮な分生孢子的浮遊液(約50個/100倍、1視野)をコカインスプレーで噴霧し、スライドガラス面に分生孢子を均一に付着させた。そして水を含ませたウレタンを底に敷いて温室としたシャーレ(径18cm)に、分生孢子付着面を上にしたスライドガラスを入れ、これをBLB蛍光下

20cm、窓際散光下および暗箱内(暗黒下)におき、いずれも20°Cに保った。1日後、2日後、および4日後に分生孢子的発芽状況、発芽菌糸上での分生子梗の形成および分生子梗上における分生孢子的形成状況を検鏡調査した。その結果は第24表に示すとおりである。

これによれば、1日後にはBLB蛍光灯下、窓際散光下、暗黒下に置いたいずれの場合にも、ほとんどすべての分生孢子が発芽し、発芽率に差異はみられなかったが、BLB蛍光灯下に置いたものでは分生孢子的発芽菌糸上にごくわずかではあるが、すでに分生子梗を形成したものが認められた。その後、BLB蛍光灯下で2日後には発芽菌糸上に多数の分生子梗が形成され、その77%が新たな分生孢子を形成していた。さらに4日後には、分生子梗を形成した分生孢子数は90%を越え、新たな分生孢子を形成した分生孢子数も90%を越えた。また、窓際散光下においた分生孢子的発芽菌糸上には2日後にごくわずかの分生子梗を形成したが、4日後でも発芽分生孢子的の1.3%に分生子梗を形成したにすぎなかった。また、分生子梗を形成した分生孢子的のうち、2日後に約50%のものに新たな分生孢子的の形成がみられたが、その数は4日後でもほとんど増加しなかった。一方、暗黒下においた分生孢子的発芽菌糸上には分生子梗が全く形成されず、従って新たな分生孢子的形成も認められなかった。

実験 II (チョウセンニンジン茎、葉柄における試験)

約8cmの長さに切った4年生チョウセンニンジンの茎および葉柄の中央部を殺菌針で付傷したのち、20°Cの温度下で7日間PSA平面培地上で培養した本病菌菌叢を接種し、これを底にろ紙を敷き温室としたシャーレ(直径9cm)に入れて20°Cの暗所に3日間保った。その後BLB蛍光灯下約20cm、窓際散光

第24表 分生子梗、分生孢子的の形成と光

光の種類	1 日後			2 日後			4 日後		
	発芽率	分生子梗 形成率*	うち分生 孢子形成率	発芽率	分生子梗 形成率*	うち分生 孢子形成率	発芽率	分生子梗 形成率*	うち分生 孢子形成率
BLB 蛍光灯	93.6	0.2	0	96.8	75.3	76.9	96.9	93.5	93.1
窓際散光	95.6	0	0	97.0	0.9	52.8	98.5	1.3	52.3
暗黒(暗箱内)	94.5	0	0	97.4	0	0	98.3	0	0

注) 1. 3回実験平均

2. * 発芽分生孢子数あたり

第25表 茎、葉柄病斑上における分生孢子形成と光

光の種類	部位	3 日 後		7 日 後	
		分生孢子形成率 個体 %	1 個体当り 分生孢子形成数	分生孢子形成率 個体 %	1 個体当り 分生孢子形成数
BLB 螢光灯	茎	100	3,336	—	—
	葉柄	100	14,876	—	—
窓際散光	茎	36.7	186	80.0	796
	葉柄	90.0	1,313	96.7	2,213
暗黒(暗箱内)	茎	13.3	16	50.0	140
	葉柄	73.3	393	76.7	423

注) 3 回実験平均

下、暗箱の各場所(いずれも 20°C)に設置し、3日後と7日後に分生孢子的形成状況を調査した。なお、分生孢子形成状況は、10ml の殺菌水を入れた試験管の中で茎、葉柄を約30回上下に激しく振とうして分生孢子を洗い出したのち検鏡調査した。調査には毎回、各区とも茎、葉柄をそれぞれ10本あて供試した。その結果は第25表のとおりである。

これによれば、BLB 螢光灯下では、供試した茎、葉柄の病斑上ではともに極めて多量の分生孢子が形成された。また、窓際散光下においた場合でもかなり多くの分生孢子的形成が認められたが、暗黒下においた茎、葉柄の病斑上ではごくわずかの分生孢子的形成が認められたにすぎなかった。以上から寄主植物体上での分生孢子的形成にも光の影響が極めて大きいことがわかった。

2 分生孢子形成能の持続およびこれに及ぼす光の影響

現地圃場など自然条件下では、茎病斑に形成された分生孢子が風や雨によって飛散、流亡したあと、かなり長期間にわたって繰返し病斑上に分生孢子が形成されると考えられる。そこで同一病斑における分生孢子形成を繰返す能力、およびこれに及ぼす光の影響を知らうとした。

約 8 cm の長さに切った4年生チョウセンニンシンの茎の中央から約 2 cm の位置に2か所ずつ殺菌針で付傷したのち、別途 20°C の温度下で7日間 PSA 平面培地上で培養した本病原菌叢を接種し、底に水を含ませたウレタンを敷いて温室としたタッパーウェアに入れ、20°C の暗所に約10日間保って発病させた。その後接種部を中心に長さ 2 ~ 3 cm、円周の1/2以上に

病変が進展した茎を選び、底にろ紙を敷いて温室としたシャーレ(直径 9 cm)に1本ずつ入れ、BLB 螢光灯下 20cm の位置に保った。4日後に(1, 1)と同様の方法で分生孢子的形成量を調査した。これをていねいに流水で洗って風乾した後、再び BLB 螢光灯下に置くものと、暗箱内に置くものに分けた。その後は2日毎に病斑部における分生孢子的形成状況を上記と同様の方法により調査した。茎病斑は毎回の調査後流水でていねいに洗ったのち、再び各場所に保存した。なお、調査には各区とも8本の茎を供試した。その結果は第26表のとおりである。

これによれば、水洗処理前の茎病斑上には多量に分生孢子的形成しているのが確認された。その後 BLB 螢光灯下においたものは、第1回水洗後に分生孢子的形成量が急増し、第2回水洗後には最大形成量となったが、第3回水洗後には急減した。さらに第4~5回水洗後に分生孢子は漸減したのち、第6回水洗後には急減した。第7回水洗後には茎病斑部の表皮が剝離し、分生孢子的形成が認められなくなった茎が出現した。第12回水洗後以降はほとんどの茎病斑が分生孢子的形成能を喪失した。一方、暗黒下では1回水洗後にすでに分生孢子的形成量が急減し、その後も水洗回数を増すたびに急激に減少し続け、第4回水洗後には極めて微量の分生孢子しか認められなくなった。

以上、茎病斑上に形成された分生孢子が一度洗い流されたのちは、暗黒下では、同一病斑上で分生孢子が極めて少量しか再生されなかったのに対し、光(BLB 螢光灯)照明下では同一病斑上に多量の分生孢子が再生され、しかも、形成量が徐々に減少するとはいえ、かなりの水洗回数を経た病斑上でも分生孢子が再生さ

第26表 茎病斑の水洗回数と分生孢子形成能の推移

水洗回数(回) (試験開始後 日数(日))	BLB 螢光灯照射		暗 黒	
	分生孢子形成率 個体 %	1 個体当り 分生孢子形成数	分生孢子形成率 個体 %	1 個体当り 分生孢子形成数
0 (処理前)	100	48,640	100	44,255
1 (2)	100	90,255	100	4,515
2 (4)	100	102,311	50	530
3 (6)	100	33,345	31	85
4 (8)	100	18,585	6	15
5 (10)	100	13,520	6	5
6 (12)	100	3,965	—	—
7 (14)	69	2,165	—	—
8 (16)	63	880	—	—
9 (18)	44	425	—	—
10 (20)	38	165	—	—
11 (22)	38	150	—	—
12 (24)	19	115	—	—
13 (26)	13	20	—	—

注) 1. 2 回実験平均

2. 水洗7回目より表皮が剝離したもの出現、10回目以降は表皮がほとんど消失

れることがわかった。

3 分生孢子的飛散に及ぼす風および水湿の影響

各種菌の分生孢子的飛散には風の役割が大きいこと、また一部の病原菌では分生子梗からの分生孢子的離脱には水分が関与することが知られている。本項では本病原菌の分生孢子的飛散と風との関係を明らかにするとともに、分生孢子的飛散に及ぼす雨など水湿の影響をしろうとした。

実験 I

約10×10mmに切った罹病葉、長さ10mmに切った罹病茎(いずれも分生孢子的を多数形成)、および20°Cの温度下で7日間、殺菌灯を照射して分生孢子的形成させた PSA 平面培地菌叢の切片(10×10mm)を45°にたてかけたグリセリンゼリー塗布スライドガラスの直前に置いた。その後一方は風のみを、他方は約10cm 上方(30°)からカコインスプレーで水を噴霧しながら、風速 2.5m/s、4.5m/s および 7.5m/s の風を扇風機で60秒間送風した。各区1スライドガラスにつき2か所のカバーガラス(18×18mm)内の分生孢子数を計数した。その結果は第27表に示すとおりである。

これによれば、風のみを送風した場合には葉、茎上

第27表 分生孢子的の飛散に及ぼす風および水湿の影響

分生孢子形成部位	処理方法	風 速 (m/s)		
		2.5	4.5	7.7
葉	風のみ	1.0	10.8	26.5
	風+噴霧	6.0	19.5	54.3
茎	風のみ	1.7	10.0	14.5
	風+噴霧	8.2	18.0	32.2
PSA培地	風のみ	103.3	9.7	101.3
	風+噴霧	3.8	113.7	1,025.0

注) 3 回実験平均

の分生孢子はともに、風速 2.5m/s の風でわずかに飛散し、4.5m/s の風でかなり多く飛散した。7.7 m/s の風ではさらに飛散が増加した。PSA 培地上の分生孢子的の飛散も同様であったが、4.5m/s での飛散が比較的少なく、7.7m/s での飛散は極めて多かった。一方、水の噴霧と送風を併せおこなった場合には葉、茎、PSA 培地上の分生孢子はともに 2.5m/s の風ですでにかなり多く飛散し、4.5m/s、7.7m/s と風速がはやくなるほど飛散はさらに多くなった。特に 7.7

m/sの風では PSA 培地上の分生胞子の飛散は極めて多かった。

実験 II

20°Cの温度下で7日間殺菌灯 (GL-15) を照射し、分生胞子形成させた PSA 平面培地菌叢の切片 (10×10mm) を、45° にたてかけたグリセリンゼリー塗布スライドガラスの直前に置いた。その後、実験 I と同様に風速 2.5~7.7m/s の風を送風し、1~10秒、11~30秒、31~60秒、61~120秒、121~180秒経過することにスライドガラスを新しいものと交換した。各区1スライドガラスにつき2か所のカバーガラス (18×18mm) 内の分生胞子数を計数した。その結果は第28表のとおりである。

第28表 分生胞子の飛散と送風時間

風速 (m/s)	処理方法	送風時間 (s)				
		1~10	11~30	31~60	61~120	121~180
2.5	風のみ	2.7	0.7	0	0	0
	風+噴霧	32.8	2.8	0	0	0
4.5	風のみ	8.0	2.2	0.2	0.2	0
	風+噴霧	60.0	7.3	0	0	0
7.7	風のみ	57.8	13.8	5.3	2.8	0.5
	風+噴霧	303.5	64.0	0	0	0

注) 3回実験平均

これによれば、風速 2.5~4.5m/sの風では、風の場合には分生胞子の飛散は極めて少なかったが、噴霧を併用した場合にはかなり多くの分生胞子が飛散した。7.7m/sでは風のみでもかなり多くの分生胞子が飛散したが、水の噴霧を併用することによって極めて多量の分生胞子が飛散した。また、分生胞子の飛散は風速、水の噴霧の有無に関係なく、送風開始1~10秒後が最も多く、11~30秒後にはかなり少なくなった。送風31~60秒後には4.5m/sおよび7.7m/sの風のみ送風した区でわずかに飛散がみられたほか、風速2.5m/sおよび4.5~7.7m/sの噴霧併用区では全く飛散がみられなくなった。その後、4.5m/sの風のみ送風した区では61~120秒後に、7.7m/sの風のみを送風した区では61~120秒後と121~180秒後に、分生胞子の飛散が認められたが、極めてわずかであった。

4 分生胞子の発芽に及ぼす温度の影響

1) 分生胞子の発芽と温度との関係

分生胞子浮遊液 (30個/100倍、1視野) を1白全耳量ずつスライドガラスに点滴したのちシャーレ湿室に入れ、5~35°Cの間を5°C間隔に分けた温度に保った。その後1, 2, 5, 24時間後に各温度区とも200個ずつの分生胞子について発芽状況を調査した。供試分生胞子は、PSA平面培地に本病菌菌叢を移植して、これを25°Cで5日間前培養したのち、室内窓際散光下において5~7日間さらに培養したのちを用いた。その結果は第29表に示すとおりである。

第29表 分生胞子の発芽と温度

温度 (°C)	発芽率 (%)			
	1時間後	2時間後	5時間後	24時間後
5	0	0	0.2	98.8
10	0	0.4	15.8	100
15	0	11.5	92.5	100
20	0.3	49.0	99.9	100
25	2.3	68.0	100	100
30	2.4	67.1	100	100
35	0	18.1	93.6	98.9

注) 3回実験平均

これによれば、本病菌分生胞子の発芽は5~35°Cで認められ、24時間後にはいずれの温度でも100%ないしは、それに近い高い発芽率を示した。各温度における発芽状況を経過時間毎にみると、20~30°Cでは懸濁1時間後には発芽し、2時間後には20°Cで約50%、25~30°Cでは70%近くのものが発芽した。5時間後には20~30°Cでほとんど100%の発芽が認められた。以上から本病菌分生胞子の発芽には25~30°Cの温度が最も好適し、次いで20°Cが適するようであった。また、15°Cおよび35°Cでも2時間後にはかなりの発芽がみられ、5時間後には90%以上の発芽率を示し比較的短時間で発芽した。しかし、5°Cでは5時間後にはごくわずかの発芽がみられたのみでこの場合の発芽には長時間を要した。

2) 分生胞子の発芽と空気湿度との関係

1)と同様にして形成させた本病菌分生胞子の浮遊液をカバーガラス上に1白全耳量ずつ点滴したのち、

扇風機で速やかに風乾した。その後スライドガラス上にワセリンで密着したファンティガム・セルの中に80.5~99.1%の空気湿度になるように比重を調整した稀硫酸液、および蒸留水を入れ、分生胞子付着面が下になるように、前述のカバーガラスをのせてワセリンで密着させた。これを20°Cの定温器に保ったのち、24時間後と48時間後に分生胞子の発芽状況を鏡調査した。なお各湿度ともファンティガム・セルを2個供試し、各々分生胞子200個について発芽数を計数した。その結果は第30表のとおりである。

第30表 分生胞子の発芽と空気湿度との関係

空気湿度 (%)	発芽率 (%)	
	24時間後	48時間後
100	98.6	98.8
99.1	97.5	98.2
98.2	95.5	96.8
96.9	87.6	96.1
95.6	47.7	89.3
93.9	5.8	75.1
92.3	0.1	1.7
89.9	0	0.1
87.4	0	0
84.0	0	0
80.5	0	0

注) 3回実験平均

これによれば、24時間後には空気湿度100~92.3%で分生胞子の発芽が認められたが、なかでも96.9%以上の発芽率が高く、高湿度ほど発芽が良好であった。48時間後には89.9%でもごくわずかに発芽が認められ、93.9%以上ではかなり高率に発芽することが確認された。これに対して87.4%以下の空気湿度では発芽が全く認められなかった。

5 菌叢の発育に及ぼす温度の影響

本病菌の感染、発病の条件を究明するのに先立って、本項では病原菌の生育適温、生育限界温度などを明らかにしようとした。

25°Cの温度下で、PSA平面培地上で7日間培養してえた本病菌菌叢を培地とともに約2×2mmの大きさに切り、これを別に用意したPSA平面培地の中央に移植して5~35°C (5°C間隔)の温度条件下に

保った。処理5日後と10日後にとり出し菌叢の直径を測定した。なお、毎回PSA平面培地は1区5枚供試した。その結果は第31表に示すとおりである。

第31表 菌叢の発育と温度

温度 (°C)	菌叢の大きさ (mm)	
	5日後	10日後
5	10.1×10.7	22.1×22.8
10	19.1×19.5	37.1×37.9
15	29.6×30.1	62.9×63.6
20	39.1×39.6	79.6×80.3
25	41.0×41.3	82.7×83.3
30	9.1×9.6	9.5×10.3
35	—*	—*

注) 1. 3回実験平均

2. * 菌叢の発育を認めず

これによれば、本病菌菌叢の発育は5~30°Cで認められ、なかでは20~25°C、特に25°Cでの発育が最も良好であった。また、15°Cでもかなり旺盛な菌叢の発育が認められた。5°Cおよび30°Cにおける菌叢の発育は5日後ではほぼ同等であったが、10日後には5°Cではかなり菌叢が伸展したのに対し、30°Cではほとんど伸展がみられなかった。また35°Cでは菌叢の発育が全くみられなかった。

6 感染および発病

前項までの試験で、寄主体へ到達するまでの病原菌の経路、および分生胞子の発芽、病原菌の発育等に関する諸性質を明らかにした。本項では本病菌のチョウセンニンジンに対する感染、発病の諸条件を明らかにしようとした。

1) 分生胞子による葉への感染および発病

(1) 感染と温度との関係

20°Cの温度下で7日間、BLB蛍光灯を照射してえた本病菌分生胞子の浮遊液 (約20個/100倍、1視野) を、鉢植えした3年生チョウセンニンジンの葉にコカインスプレーで噴霧接種したのち湿室に入れ、5~35°Cの温度に24時間保った。その後湿室より取出して直ちに風乾したのち20°Cの恒温室に保ち、毎日葉の病斑形成の有無をみるとともに接種3日後と5日後に発病調査を行った。なお、各区とも葉柄2本分の

第32表 チョウセンニンジン葉の感染と温度

温度 (°C)	調査葉数	3日後		5日後		潜伏期間 (日)
		発病率 %	1葉当り病斑数	発病率 %	1葉当り病斑数	
5	18.7	3.7	0.05	10.7	0.1	3~4
10	20.3	92.1	6.1	97.0	6.3	2~3
15	18.3	98.4	10.5	98.4	9.3*	2
20	20.3	98.5	11.8	98.5	11.1*	2
25	19.7	54.3	1.7	60.9	2.5	2~3
30	19.7	3.6	0.04	20.3	0.2	3~4
35	19.7	0	0	0	0	—

注) 1. 3回実験平均

2. * 病斑の融合により3日後調査時より病斑数が減少

葉を供試した。その結果は第32表のとおりである。

これによれば、葉の発病は5~30°Cで認められたが、なかでは15~20°Cで発病率が最も高く、1葉当り病斑数も多かった。また、潜伏期間は2日と短かく、感染には15~20°Cが最も好適するようであった。10°Cでの感染もかなり良好であったが、25°Cではこれらに比べてやや劣った。また、5°Cおよび30°Cでは、5日後にそれぞれ約10%と20%の発病率であった。この場合の1葉当り病斑数は極めてわずかであり、潜伏期間も3~4日と長かった。

(2) 感染と空気湿度との関係

水を入れた200mlのフラスコに5年生チョウセンニンジンの葉を葉柄ごと切挿し、その葉に対して(1)と同様に本病菌分生孢子浮遊液をコカインスプレーで噴霧接種したのち直ちに風乾した。フラスコの水面を流動パラフィンで覆ったのち、これをIV、1、2)と同様の方法で湿度が89.9~99.1%になるように調整したデシケーター(直径15cm)内に入れ、密閉して20°Cの恒温室に保った。24時間後および48時間後に取り出し、チョウセンニンジン葉を直ちに風乾したのち再び20°C恒温室に保って、毎日葉の病斑形成の有無をみるとともに接種5日後に発病状況を調査した。なお、毎回とも各区10枚の葉を供試した。その結果は第33表のとおりである。

これによれば、湿度期間24時間の場合、96.9%以上の湿度で発病が認められたが、なかでも100%に近い高湿度ほど発病が多く、感染に好適するようであ

第33表 チョウセンニンジン葉の感染と空気湿度

空気湿度 (%)	湿度 24時間			湿度 48時間		
	発病率 %	1葉当り病斑数	潜伏期間 (日)	発病率 %	1葉当り病斑数	潜伏期間 (日)
100	100	9.6	2	—	—	—
99.1	100	5.6	2	—	—	—
98.2	70.0	2.3	2	—	—	—
96.9	66.7	1.9	2~3	83.3	7.4	2
95.6	0	0	—	76.7	5.2	2~3
93.9	0	0	—	23.3	0.4	3~4
92.3	0	0	—	0	0	0
89.9	0	0	—	0	0	0

注) 3回実験平均

た。また潜伏期間は98.2~100%の空気湿度では2日、96.9%では2~3日と感染限界湿度に近いところではやや発病が遅れる傾向がみられた。なお、95.6%以下の湿度では発病が全く認められなかった。

一方、湿度期間を48時間とすると93.9%の湿度でもわずかながら発病が認められた。潜伏期間は空気湿度が96.9%以上で2日となり、95.6%で2~3日、93.9%で3~4日と感染限界湿度に近づくに従って発病までの期間が長くなり、感染が成立するまでに長時間を要することが推測された。

(3) 感染に要する時間

(1)と同様の本病菌分生孢子浮遊液を、鉢植えした3年生チョウセンニンジンの葉にコカインスプレーで噴霧接種し、これを湿度室に入れたのち20°C恒温室に保った。6、8、12、16、20、24時間経過後に湿度室から取出し、直ちに扇風機で風乾して再び20°C恒温室に保った。その後、毎日葉の病斑形成の有無を観察し、また接種5日後には発病状況を調査した。なお、各区ともチョウセンニンジン2本を供試した。その結果は第34表のとおりである。

これによれば、葉の発病は湿度6時間では全くみられず、湿度8時間以上で認められたことから本病の感染には最低8時間を要するものと思われた。また、湿度8、12時間では発病率が極めて低く、1葉当り病斑数も少なかった。湿度16時間以上では発病率、1葉当り病斑数ともに顕著に増加した。湿度24時間では1葉当り病斑数が最も多くなった。このことから、湿度24時間以内であれば、湿度期間が長いほど感染率が高

第34表 感染に要する湿度時間

湿度時間 (h)	調査葉数	発病率 %	1葉当り病斑数	潜伏期間 (日)
6	29.7	0	0	—
8	30.0	2.4	0.02	3
12	29.7	6.7	1.7	2~3
16	29.3	93.2	3.8	2
20	30.0	100	4.8	2
24	30.0	100	6.5	2

注) 3回実験平均

まるようであった。また、潜伏期間は湿度16時間以上では2日と短かかったが、湿度12時間の場合は2~3日、湿度8時間の場合は3日と湿度時間が短くなるに従って潜伏期間はわずかながら長くなる傾向がみられた。

(4) 発病と温度との関係

(1)と同様の本病菌分生孢子浮遊液を、鉢植えした4年生チョウセンニンジンの葉にコカインスプレーで噴霧接種し、これを20°Cの湿度室に24時間保った。その後湿度室より取出し、直ちに風乾して再び5~35°Cの湿度に保った。毎日葉の病斑形成の有無を観察し、また接種5日後には発病状況を調査した。その結果は第35表のとおりである。

これによれば、5~35°Cで葉の発病が認められた。そのなかでは15~20°Cでの発病率が90%以上

第35表 チョウセンニンジン葉における発病温度

温度 (°C)	調査葉数	発病率 %	枯死率 %	1葉当り病斑数	病斑の大きさ (mm)	潜伏期間 (日)
5	14.7	59.2	0	2.6	0.6×0.6	2~3
10	14.3	72.8	0	4.5	1.3×1.1	2
15	12.7	92.1	0	6.5	3.7×2.7	2
20	14.7	95.2	27.2	—*	6.6×4.4**	2
25	16.3	79.8	63.2	—*	5.8×4.3**	2
30	14.3	69.9	37.1	—*	7.3×4.6**	2~3
35	13.7	48.9	9.5	—*	7.1×4.2**	2~3

注) 1. 3回実験平均

2. * 病斑拡大および枯死葉の出現により調査不能

3. ** 融合していない病斑についてのみ調査

で最も高かった。25°Cでは約80%、10°Cおよび30°Cでも約70%とかなり高かった。また5°Cで約60%、35°Cで約50%の発病率がみられ、高低温いずれの条件下でもかなりよく発病するようであった。一方、20°C以上では枯死葉が出現し、25°Cでの枯死率率は約63%と極めて高かった。また病斑の大きさも20°C以上でかなり大きくなったことから、病勢の進展には20°C以上、特に25°Cが最も好適するようであった。なお、潜伏期間は10~25°Cで2日であったが、5°Cおよび30、35°Cでは2~3日とやや長くなった。しかし、大きな差異は認められなかった。

2) 菌叢による根の感染、発病と温度

(1) 感染と温度との関係

25°Cの温度下で、7日間PSA平面培地上で培養した本病菌菌叢を培地とともに約2×2mmの大きさに切って、1年生(苗)、3年生、6年生のチョウセンニンジン根にそれぞれ2か所ずつ殺菌針で付着させた部分に付着させ、タッパーウェアの湿度室に入れた。これを5~35°Cの間を5°C間隔にわたる温度に2日間保った後湿度室より取出し、根に付着している菌叢をていねいに洗い落して再び25°Cの湿度室に保った。その後、毎日葉の病斑形成の有無をみるとともに10日後には発病状況を調査した。なお、各温度とも、各年生のヤクヨウニンジン根2本ずつ、計6本を供試した。その結果は第36表のとおりである。

これによれば、10~30°Cで発病し、感染が確認された。なかでも20~25°Cでは発病率が最も高く、潜伏期間も短かかった。したがって20~25°Cが感染に最も好適するようであった。次いで15°Cでの発病率が高く、感染にかなり好適すると思われたが、10°C

第36表 チョウセンニンジン根の感染と温度

温度 (°C)	接種数	発病率 %	潜伏期間 (日)
5	12.0	0	—
10	12.0	75.0	3~6
15	12.0	95.8	3~5
20	12.0	100	2~4
25	12.0	100	2~3
30	12.0	62.5	3~5
35	12.0	0	—

注) 2回実験平均

および30°Cではこれらの温度に比べ感染率がやや低く、潜伏期間も長くなる傾向がみられた。

(2) 発病および病斑拡大と温度との関係

(1)と同様にして形成させた菌叢を3年生チョウセンニンシンの根にそれぞれ2か所ずつ殺菌針で付着させたのち付着させ、これをタッパーウェアの温室に入れて、25°Cの温度に2日間保った。その後温室より取り出して、根に付着している菌叢をていねいに洗い落したのち再び温室に入れ、5~35°Cの間を5°C間隔に分けた温度に保った。その後、毎日葉の病斑形成の有無をみるとともに、接種7日後と10日後には発病調査を行った。なお、各温度ともチョウセンニンシ根4本を供試した。その結果は第37表に示すとおりである。

第37表 チョウセンニンシ根の発病および病斑拡大と温度

温度 (°C)	7 日 後		10 日 後		潜 伏 期 間 日
	発病率 %	病 斑 の 大 き さ mm	発病率 %	病 斑 の 大 き さ mm	
5	0	—	62.5	2.2×4.4	8~9
10	37.5	2.0×5.3	87.5	3.2×6.4	6
15	100	7.2×12.6	100	9.8×16.8	3~4
20	100	8.3×13.4	100	12.2×19.9	2~3
25	100	7.9×14.4	100	13.8×22.9	2~3
30	87.5	3.4×8.6	87.5	3.8×9.3	3
35	0	—	—*	—*	—

注) 1. 2回実験平均
2. * 腐敗が激しく調査不能

これによれば、7日後には10~30°Cで発病が認められ、なかでも15~25°Cでの発病率が100%と最も高く、概して病斑の伸展も著しかった。10日後には5°Cでも新たに発病が認められた。発病率が最も高かったのは7日後の場合と同じく15~25°Cであった。また、30°Cおよび10°Cでも約90%と発病率が高くなったが、5°Cでは約60%とかなり低かった。病斑の伸展は20~25°C、とくに25°Cで最も著しく、15°Cでもかなり良好であった。しかし30°Cおよび10°C以下ではわずかに認められたにすぎなかった。また、潜伏期間は20~25°Cでは2~3日、30°Cで3日、15°Cで3~4日、10°Cで6日、5°Cでは8~9日となり、発病適温から離れるに従って、とくに低温域では潜伏期間が極めて長くなった。

7 チョウセンニンシの生育ステージと感受性
本病の発病消長調査をおこなった結果(II, 1), 葉および茎における本病の発生時期に大きな差異が認められた。この原因を明らかにするため、チョウセンニンシの生育ステージと本病菌に対する感受性の差異をしようとした。

鉢植えした5年生チョウセンニンシの生育前期(5月1日, 5月29日), 生育中期(7月1日, 8月8日), 生育後期(9月2日)に本病菌分生胞子の浮遊液(胞子数約30個/100倍, 1視野)を噴霧接種し、20°Cの温室に保った。24時間後に温室から取り出したのち直ちに風乾し、20°Cの恒温室に保って、葉は5日後に、茎は10日後に発病状況を調査した。一方、これら噴霧接種と同時に、5年生チョウセンニンシ茎の葉柄付け根の下3cm, および地際の上3cmの部位に、高濃度の分生胞子浮遊液(胞子数約100個/100倍,

第38表 生育ステージと茎, 葉の感受性

生 育 ス テ ー ジ	接 種 月 日	噴 霧 接 種				脱脂綿巻きつけ接種(茎)					
		茎		葉		葉柄下		地 際 上			
		発病数 接種数	1 茎 当 り 病 斑 数	潜 伏 期 間 日	発病率 %	1 葉 当 り 病 斑 数	潜 伏 期 間 日	発病数 接種数	潜 伏 期 間 日		
前 期	5. 1	4/4	6.0	3	100	7.6	2	4/4	3	4/4	3~4
	5.29	4/4	2.5	4~5	98.0	6.7	2	4/4	4~5	4/4	5~6
中 期	7. 1	0/6	0	—	98.4	4.5	2~3	6/6	4~5	3/6	5~6
	8. 1	0/6	0	—	100	6.6	2	3/6	4~5	3/6	5~6
後 期	9. 2	0/6	0	—	100	5.3	2	2/6	6	1/5	6~7

1視野)を含ませた脱脂綿を巻きつけ、その上からアルミホイルで覆って接種した。48時間後に接種源を除去するとともに20°Cの恒温室に保ち、10日後に発病状況を調査した。その結果は第38表のとおりである。

これによれば、本病菌分生胞子を噴霧接種した場合、葉ではいずれの時期の接種でもよく発病し、1葉当り病斑数、潜伏期間に顕著な差はみられず、生育ステージによる感受性の差異は認められなかった。これに対して茎は生育前期(5月1日, 29日)に接種した場合のみ発病し、この場合、茎の組織が最も柔らかい生育のごく初期(5月1日)に接種した場合の発病が著しかった。茎の組織が硬化した生育中期(7月1日)以降の接種では全く発病しなかった。一方、高濃度の分生胞子浮遊液を含ませた脱脂綿を巻きつけて接種した場合には、生育ステージが進むにつれて発病数は少なくなったが、生育後期(9月2日)でもわずかながら発病が認められたので、感受性は喪失していないようであった。

8 茎の発病時期と根部への病変移行

本病に罹病したチョウセンニンシ根が本病の越冬場所として重要な役割をもつことは前述したとおりである。そのチョウセンニンシ根が本病菌に侵される機会は、発病茎からの病変移行によるものが最も多いと思われるので、茎の発病時期と根部の発病との関係をしることは防除上重要なことと考え調査した。

鉢植えした3年生チョウセンニンシの生育前期(5月14日), 中期(6月24日), 後期(9月2日)に、茎の地際から3cm上の部位に前項同様の方法により、脱脂綿に含ませた高濃度の分生胞子浮遊液を接種した。48時間後に接種源を除去して20°Cの温度に5日間保ったのち、接種か所における発病調査を行った。その後鉢を野外へ移したのち7日後, 30日後, 60日後, 90日後に根頭の発病状況を調査した。なお、各時期ともチョウセンニンシ8本ずつを供試した。そ

の結果は第39表のとおりである。

これによれば、生育前期(5月14日)および生育中期(6月24日)に接種した場合は100%の茎が発病した。この場合、病斑長および潜伏期間にわずかに差異がみられたが感受性には大きな差異は認められなかった。これに対して生育後期(9月2日)の接種では発病率が75%とやや低くなり、病斑長はかなり短かく、潜伏期間が長くなって茎の感受性低下が明らかに認められた。一方、鉢を野外へ移して7日後には、いずれの時期に接種したものにも根の発病は認められなかったが、30日後には生育前期および中期に接種したものに発病が認められ、なかでも生育前期に接種したものはかなり発病率が高かった。また生育前期に接種したものは60日後でも新たな発病が認められ、ついには約40%の根が発病したのに対し、生育中期に接種したものは60日後には新たな発病はみられず、生育後期に接種したものは90日後でも根の発病を認めることはできなかった。

9 チョウセンニンシの年生と斑点病菌に対する感受性

チョウセンニンシ栽培現地における本病の発病が、チョウセンニンシの年生と深い関係にあることは先の実態調査の結果(II, 2)で示したとおりである。本項では、年生の違いによる発病差異の原因を究明する一方法として、年生と感受性との関係をみた。

1) 年生と葉の感染および病斑の進展

(1) 年生と感染との関係
鉢植えした1年生(苗), 3年生および6年生のチョウセンニンシ葉に本病菌分生胞子浮遊液(胞子数約30個/100倍, 1視野)をコカインスプレーで噴霧接種した後温室に入れ、20°Cの温度に保った。24時間後に温室から取り出して直ちに風乾し、再び20°Cの温度に保って4日後に発病率, 1葉当り病斑数および1,000mm²当り病斑数を調査した。なお、葉の面積

第39表 茎の発病時期と根部への病変移行

生 育 ス テ ー ジ	接 種 月 日	茎				根 部 (発病率)			
		発病率 %	病 斑 長 mm	発病程度 +	潜 伏 期 間 日	7 日 後 %	30 日 後 %	60 日 後 %	90 日 後 %
前 期	5. 14	100	31.9	+~卅	3~5	0	25	38	38
中 期	6. 24	100	30.4	+~卅	3~6	0	13	13	13
後 期	9. 2	75.0	22.3	-~卅	4~6	0	0	0	0

は、葉を楕円とみなして計算した。毎回の実験には1年生では5本、3年生2本、6年生1本のチョウセンニンジンを生試した。その結果は第40表のとおりである。

第40表 チョウセンニンジンの年生と葉の感受性

年生	調査葉数	発病率 %	1葉当り病斑数	1,000mm ² 当り病斑数	潜伏期間 日
1(苗)	15.0	91.3	2.0	2.4	2
3	17.3	96.5	3.4	2.4	2
6	17.7	100	19.8	2.1	2

注) 1. 3回実験平均
2. 各年生における葉面積は1年生655mm²、3年生1,099mm²、6年生9,091mm²

これによれば、いずれの年生の葉とも90%以上のものが発病し、高い感受性が認められた。この場合6年生葉での発病率が最も高く、1年生葉で最も低かった。また、1葉当り病斑数も6年生で最も多く、3年生以下では著しく少なかった。しかし同一面積(1,000mm²)当り病斑数では逆に6年生でわずかに少なかったものの、ほとんど差異はなかった。このことから、年生が古いほど発病率が高く、1葉当り病斑数が多かった原因は、単に葉面積の違いによる感染の機会の多少によるものと思われた。また、潜伏期間もいずれの年生のものでも2日であり、1~6年生の葉における感受性の差は認められなかった。

(2) 年生と病斑伸展との関係

鉢植えた1, 3, 6年生チョウセンニンジン葉の中央に1白全耳量ずつ本病菌分生孢子浮遊液(孢子数約30個/100倍, 1視野)をのせたのち、半乾きとなるまで風乾し、20°Cの湿室に保った。24時間後にこれを湿室から取り出して風乾し、再び20°Cの温度に保って4日後に病斑面積を求めた。なお、病斑面積は病斑を楕円とみなして計算した。また、チョウセンニジンは(1)と同様にして供試した。その結果は第41表に示すとおりである。

これによれば、1, 3, 6年生のいずれの葉も2日の潜伏期間を経て100%のものが発病した。病斑面積は、1年生の葉の場合に、3年生、6年生に比べてわずかに狭いようであったが、大きな差異はみられず、

第41表 チョウセンニンジンの年生と葉における病斑拡大

年生	調査葉数	発病率 %	病斑面積 mm ²	潜伏期間 日
1(苗)	15.0	100	126.4	2
3	18.0	100	141.4	2
6	18.0	100	138.3	2

注) 3回実験平均

病斑の伸展についても年生による差異はほとんど認められなかった。

2) 年生と根の感染および病斑の伸展

25°Cの温度条件下で、7日間PSA平面培地上で培養して形成させた本病菌菌叢を1年生(苗)、3年生、6年生のチョウセンニンジン根に各2か所ずつ殺菌針で付傷したのち付着させ、これを直ちにタッパーウェア湿室に入れて25°Cの温度に2日間保った。その後湿室より取り出して根の表面の菌叢をていねいに洗い落したのち、再び湿室に入れて25°Cの温度に保った。その後毎日初発病を調査するとともに、接種7日後に発病数および病斑の大きさを調査した。なお、毎回の調査には各年生のチョウセンニンジン根をそれぞれ4本ずつ供試した。その結果は第42表のとおりである。

これによれば、1, 3, 6年生のいずれも100%の根が発病し、年生による感染の差異はみられなかった。病斑の大きさにも顕著な差は認められなかったが、3年生の根では1年生および6年生のものに比べてやや大きいようであった。また、潜伏期間は1年生および6年生の根で2~3日であったが、6年生のものは3日となり、やや長い傾向がみられた。

第42表 チョウセンニンジンの年生と根の感受性および病斑拡大

年生	接種数	発病率 %	病斑の大きさ mm	潜伏期間 日
1(苗)	8.0	100	9.3×12.9	2~3
3	8.0	100	10.3×16.8	2~3
6	8.0	100	7.9×14.4	3

注) 2回実験平均

10 考 察

斑点病の伝染方法については、古く大正時代に卜蔵¹⁾によって空気伝染を行うことが明らかにされている。長野県では降雨が多く湿潤な年に本病が多発し、1年のうちでも梅雨期に発病が極めて多く、また日覆屋根の雨もりにより発病が助長されることなど、本病の伝染に降雨の影響が大きいことを示唆する報告²⁾がなされている。近年、筆者ら³⁾もチョウセンニンジン⁴⁾の感受性の観点から、本病の伝染に関して報告したところであるが、いずれも断片的であり、本病の伝染方法についてその全容を明らかにするに至っていない。そこで、本病の伝染源として重要な役割をもつ分生孢子的形成、飛散の条件をしり、本病菌がチョウセンニンジン⁵⁾の葉や根に感染し、発病させるまでの一連の伝染過程、方法などを病原菌と作物の両側面から体系的に解明するため試験を行った。

まず、本病菌分生孢子的形成条件についてみると、本病菌分生孢子的形成には5~30°Cの温度および94%以上の空気湿度を要したが、なかでも温度は20°Cが好適し、空気湿度は高いほど分生孢子的形成が良好であった。また、ナン黒斑病菌(*Alternaria kikuchiana*)の分生孢子的形成が光-紫外線の照射により促進されることは大森ら^{10,11)}が詳細に報告しているところであるが、本病菌の分生孢子的形成も光、とくにブラックライトブルー-蛍光灯などの照射によって著しく促進された。なお、生体外では光が無い状態では分生子梗および分生孢子的形成は全く行われないうようであった。また、光が豊富にあたる条件下では、雨などによって分生孢子が流亡したのちでも、植物組織が比較的健全なうちは同一病斑上に再度多量に分生孢子的形成を行うことができたのに対し、光のあたらない条件下では、極めて少量の分生孢子が形成されたにすぎなかった。分生孢子的の飛散は風速2.5m/sの弱風でもわずかに行われたが、4.5m/s以上の風で著しく増加し、風をあてたのち極めて短時間(1~10秒)のうちに大量に飛散するようであった。また、その際、分生孢子的の飛散は水を噴霧することによって顕著に増加した。これに関してイネ小黒菌核病菌¹²⁾やいもち病菌⁹⁾など多くの菌の分生孢子的が湿潤状態または降雨により分生子梗からの離脱が助長されるとの報告があり、本病菌もこれらの病原菌と同じく水湿により分生子梗からの分生孢子的の離脱が促進されるようであった。寄主体に到達した分生孢子的は5~35°C、約90%以上の空気湿度で発

芽し、なかでも25~30°C、特に25°Cの温度、約97%以上の高湿度で発芽が良好であった。発芽に要する時間は20~30°Cで最低1時間であり、25°Cの水中で1~2時間で発芽するとして中田ら⁸⁾の報告とほぼ一致した。しかし、本病菌の発育温度は、中田ら⁸⁾が10°Cを最低とし、30°C以上では発育を中止しているのに対し、本試験では5°Cおよび30°Cでもわずかながら菌叢発育を認め、本病菌の発育が5~30°Cで可能であることを明らかにした。なお、発育最適温度は25°Cであり、中田ら⁸⁾の報告と一致した。本病菌の感染は分生孢子的を接種した場合、葉では5~30°Cで行われ、なかでも15~20°C、特に20°Cが最も好適し、チョウセンニンジン葉に対する本病菌の感染最適温度は分生孢子的の発芽最適温度、および菌叢発育最適温度よりかなり低かった。また、感染には約94%以上の空気湿度を要し、なかでも分生孢子的発芽が良好であった約97%以上の高湿度が好適するようであった。最適、最適条件下での感染には、概ね12時間を要したが、まれには8時間でも感染が成立することがあるようであった。また、好適な条件が長く続くほど感染率は高まるようであった。感染後の病斑形成および病斑の伸展は5~35°Cでみられたが、15°C以下では病斑伸展も緩慢で枯死葉もなかったのに対し、20~30°C、なかでも25°Cでは病斑伸展が極めて旺盛になるとともに枯死葉が著しく増加したことから、本病の発病には25°Cが最適と思われる。このことは感染最適温度の15~20°Cに比較してかなり高かった。この場合、潜伏期間は10~25°Cで2日であったのに対し、5°Cおよび35°Cでは2~3日とやや長くなったものの、大きな差異は認められなかった。一方、チョウセンニンジン根への本病菌の感染は10~30°Cで行われ、なかでも20~25°Cが感染に最も好適するようであったことから、根の感染最適温度は葉の感染最適温度よりやや高いと思われた。また、感染後の病斑形成および病斑の伸展は5~30°Cで認められ、なかでも20~25°C、特に25°Cで最も旺盛で、感染最適温度とほぼ一致するようであった。この場合、潜伏期間は発病最適温度付近では2~3日と短かったのに対し、30°Cでは3日、15°Cでは3~4日、10°Cでは6日、5°Cでは8~9日と、最適から離れるに従って、特に低温域では極めて長くなった。

以上、病原菌の側からみた感染、発病の諸条件について述べてきたが、現地において防除対策を講ずるう

えで寄主体の側から感染、発病の要因を解明する必要がある。まず生育ステージと本病菌に対する感受性との関係を見ると、チョウセンニンジン葉はいずれの時期でもよく感染、発病し、生育ステージによる感受性の差異が認められなかった。これに対して茎は生育初期（5月1日）ほどよく感染、発病したが、生育中期（7月1日）以降は一般的な接種方法によっては感染、発病が全く認められなくなり、感受性が著しく低下するようであった。したがって、前述の本病の発生消長調査のなかで、茎での発病が6月中旬以降ほとんど認められなくなった原因は、この茎における感受性の低下によるものであると思われる。また、生育中期（6月24日）までに茎地際部が本病に罹病した場合、根頭への病変移行が認められ、特に生育前期（5月14日）に茎が罹病した場合、根への病変移行はかなり速やかなようであった。次にチョウセンニンジンの年生と本病菌に対する感受性との関係をみたところ、2、4、6年生において葉、根ともに本病菌によく感染し、病斑の伸展にも明確な差異がみられなかったことから、年生の差によって本病菌に対する感受性が異なることはないようであった。このことから、先の圃場調査の結果4年生以上、とくに6年生での発病が多かった原因はチョウセンニンジン自体の感受性の差によるものではなく、圃場における菌密度の上昇など他の要因の支配によるものと考えられる。

V 摘 要

チョウセンニンジン斑点病の発生実態および本病菌の越冬、伝染の方法などについて明らかにした。

1. 発生実態

1) 本病の初発生は5月上～中旬で、葉、茎ともにほぼ時期を同じくしてみられた。また、発病最盛期は葉では7月上～中旬（梅雨期）であったのに対し、茎では組織が柔らかい5月までに発病が多く、6月中旬以降の発病はほとんどみられなかった。

2) 本病の発病はチョウセンニンジンの2年生圃場では極めてわずかであったが、4年生圃場ではやや増加し、6年生圃場では極めて多くなった。

3) 同一の日覆小屋内では北側の屋根の開放した側での発病が著しく多く、降雨との関係が深いことが推察された。

2. 病原菌の越冬方法

1) 本病菌分生胞子の生存には低温、低温ほど好適

であり、5～25℃、空気湿度30%の条件下では240日以上生存した。被害茎葉上の分生胞子も畝の地表、地中および日覆屋根の外などでは急速に死滅したのに対し、雨の入らない日覆屋根の下など、比較的乾燥した場所での生存が良好で、このような場所での分生胞子の越冬が確認された。

2) 本病菌分生胞子はまた、日覆屋根の麦稈に付着して越冬しうる。また、麦稈に付着した分生胞子が水湿をえて発芽した場合、発芽菌糸上に新たな分生胞子が形成され、このような分生胞子により再度越冬が継続される場合もあった。

3) 本病菌は分生胞子で越冬するほか、罹病根上で菌糸の形態でも越冬し、第一次伝染源となることが明らかにされた。

3. 伝染方法

1) 本病菌の分生胞子形成は5～30℃、約94%以上の空気湿度で行われ、なかでも20℃で湿度が高いほど良好であった。また、光、特にブラックライトブルー蛍光灯の照射は分生胞子形成を著しく促進し、光照射下では雨などで分生胞子が流されたあとも、同一病斑上に繰返し分生胞子形成が行われた。

2) 分生胞子の飛散は風速2.5m/sでわずかにみられ風速4.5m/s以上の風で著しく増加し、極めて短時間（1～10秒）のうちに大量に飛散した。また、分生胞子の飛散は水の噴霧を伴うことによって顕著に増加した。

3) 分生胞子の発芽は5～35℃、約90%以上の空気湿度で行われ、なかでも25℃、97%以上の高湿度での発芽が良好であった。また、20～30℃では1時間以内に発芽した。

4) 本病菌菌叢は5～30℃で発育し、その最適温度は25℃であった。

5) 葉に対する分生胞子の感染は5～30℃、約94%以上の空気湿度で行われ、なかでも20℃、約97%以上の空気湿度で良好であった。また、感染にはこのような好適条件が最低8時間、概ね12時間以上持続することが必要であった。病斑形成は5～35℃で認められたが、病勢は25℃で最も激しかった。潜伏期間は10～25℃で2日、5、30および35℃で2～3日であり、温度による差異はほとんどみられなかった。

6) 根に対する本病菌の感染は10～30℃で行われ、なかでも20～25℃で良好であった。また、病斑形成は5～30℃で認められたが、病斑の伸展は25℃

で最も旺盛であった。潜伏期間は20～25℃で2～3日、30℃で3日、15℃で3～4日、10℃で6日、5℃で8～9日であった。

7) 本病菌に対するチョウセンニンジンの感受性は、葉では生育ステージによる差異は認められなかったのに対し、茎では生育初期（5月1日）に感受性が高く、生育中期（7月1日）以降は著しく減退することがわかった。また、生育中期までに茎地際部が罹病した場合、根頭への病変の移行が認められ、とくに生育前期に罹病した場合にそれは速やかであった。

8) また、本病菌に対する感受性はチョウセンニンジンの年生によって変化するものではないようであった。従って、現地圃場での発生が年生が増すに従って多くなる原因は、チョウセンニンジン自体の感受性とは直接関係ないものと思われた。

引用文献

1) 卜蔵梅之丞 (1915) : 作物病害防除便覧。病虫雑 2 : 51～52。

2) 広沢敬之・尾添茂・多久田達雄 (1973) : ヤクヨウニンジン斑点病に対する薬剤防除。島根農試研報 11 ; 41～51。

3) 広沢敬之・多久田達雄 (1976) : 斑点病菌の感染とチョウセンニンジンの感受性に関する2、3の知見。日植病報 42 : 76。(講要)。

4) 広沢敬之・多久田達雄 (1979) : チョウセンニンジン斑点病菌胞子の越冬方法。日植病報 45:100

～101。(講要)。

5) 北島博・岸国平・宮川経邦 (1957) : 梨黒斑病の伝染に関する研究。東海近畿農試研報 4 ; 66～68。

9) 宮沢洋一 (1975) : ヤクヨウニンジンの栽培技術。農及園 50 : 117～122。

7) 長野県園芸試験場 (1969) : 20周年記念研究業績集。長野園試報告 8 ; 78～79。

8) 中田覚五郎・滝本清透 (1922) : 人蔘の病害に関する研究。朝鮮勸模研報 5 ; 52～59。

9) 小野小三郎・鈴木穂積 (1959) : イモチ病菌分生胞子の飛散に関する研究。北陸病害虫研報 7 ; 6～19。

10) 大森薫・中島三夫 (1970) : ナシ黒斑病菌の胞子形成に及ぼす光の影響。日植病報36 : 11～16。

11) 大森薫・笹木清 (1971) : ナシ黒斑病菌の胞子形成におよぼす光ならびに温度の影響。日植病報 37 : 170 (講要)。

12) ROSENBAUM J. and, C. L. ZINSSMEISTER (1915) : *Alternaria panax*, the cause of a root rot of ginseng. J. Agr. Res. 5 : 291 (病虫雑 3 : 50～51. 抄録)。

13) 鈴木穂積 (1974) : イネ小黒菌核病菌分生胞子とごま葉枯病菌分生胞子の飛散。北陸農試報 16 ; 43～59。

14) 田中彰一 (1965) : 日本ナシ黒斑病。日植病報 31 (創立五十周年記念号) : 235～241。

Summary

The present paper deals with the field observation of *Alternaria* blight of ginseng caused by *Alternaria panax* WHTZEL and the infection manner of the pathogen in the field.

1. Field observation

1) The disease showed early symptoms on leaves and stems at the first and middle ten days of May. The disease in the leaves intensely developed at early and middle ten days of July, the rainy season in Japan. On the other hand, the disease development in the stems was mainly observed by the end of May, and after the middle of June the development stopped with tissue-hardening of stems.

2) The disease incidence rate in the field increased with the years of ginseng cultivation, which requires several years for harvesting. Many plants were infected in the 6-year-cultivated field.

3) The diseased plants were observed in large number on the open side of the culture bed under the shelter, which was made of straw to protect ginseng from the strong sunlight and the rain. It is, therefore, suggested that there is a correlation between the disease development and the rain fall.

2. Overwintering of the pathogen

1) The low humidity (the relative humidity) and temperature were favorable for the survival of conidia. The conidia survived for more than 240 days at 5-25°C and 30% R.H. The conidia on the surface of diseased plants could overwinter on the dry place under the shelter.

2) The conidia also overwintered on the straw surface of the shelter. The conidia often germinated on the straw because of moderate wetness and temperature, and this newly formed conidia also survived through the winter.

3) The hyphae as well as the conidium could also overwinter. It became obvious that the hyphae in the plant roots develop into the infectious source next spring.

3. The manner of infection

The fungi sporulated at 5-30°C and above 94% R.H., and the most favorable condition was 20°C and saturated humidity. The conidiophore and conidia formation were remarkably promoted under the light, especially the irradiation of black light blue lamp (BLB). Under the light, the conidia were repeatedly formed on the lesion where the old conidia were washed away by the rain.

2) The wind started to scatter the conidia at the velocity of 2.5m/sec and remarkably dispersed at above 4.5m/sec. Water spraying on the plant accelerated the conidial dispersal.

3) The conidia germinated at 5-35°C and above 90% R. H. The most favorable condition was 25°C and above 97% R. H. At 20-30°C, the germination was performed within 60 min.

4) The hyphae developed at 5-30°C, the optimum temperature being 25°C.

5) When the conidia were inoculated to the plant, the fungous infection to the leaves occurred at 5-30°C and above 94 % R.H. The optimum condition was 20°C and above 97 % R.H. It took over 12 hours for the complete infection. The lesions were formed on the leaves at 5-35°C. The optimum temperature was 25°C. The latent period was 2 days at 10-25°C and 2-3 days at 5, 30 and 35°C.

6) The fungous infection to the root occurred at 10-30°C, especially at 20-25°C. The lesions on the root were formed at 5-30°C, and developed severely at 25°C. The latent period in the root was 2-3, 3, 3-4, 6 and 8-9 days at 20-25, 30, 15, 10 and 5°C respectively.

7) There was no correlation between developmental stages of the ginseng and the susceptibility of the leaves to the pathogen. Nevertheless, the susceptibility of the stems was high in May, when they were at early developmental stage, and it was low in July. When the stem just above the ground was infected, the disease agent moved to the root tip and caused the symptom there. Especially, an early attack of the pathogen to the stem made the symptom development rapid.

8) There was no correlation between the plant age and the susceptibility to the pathogen. Therefore, the increase of the disease with plant age does not seem to be related to the sensitivity of the ginseng itself.